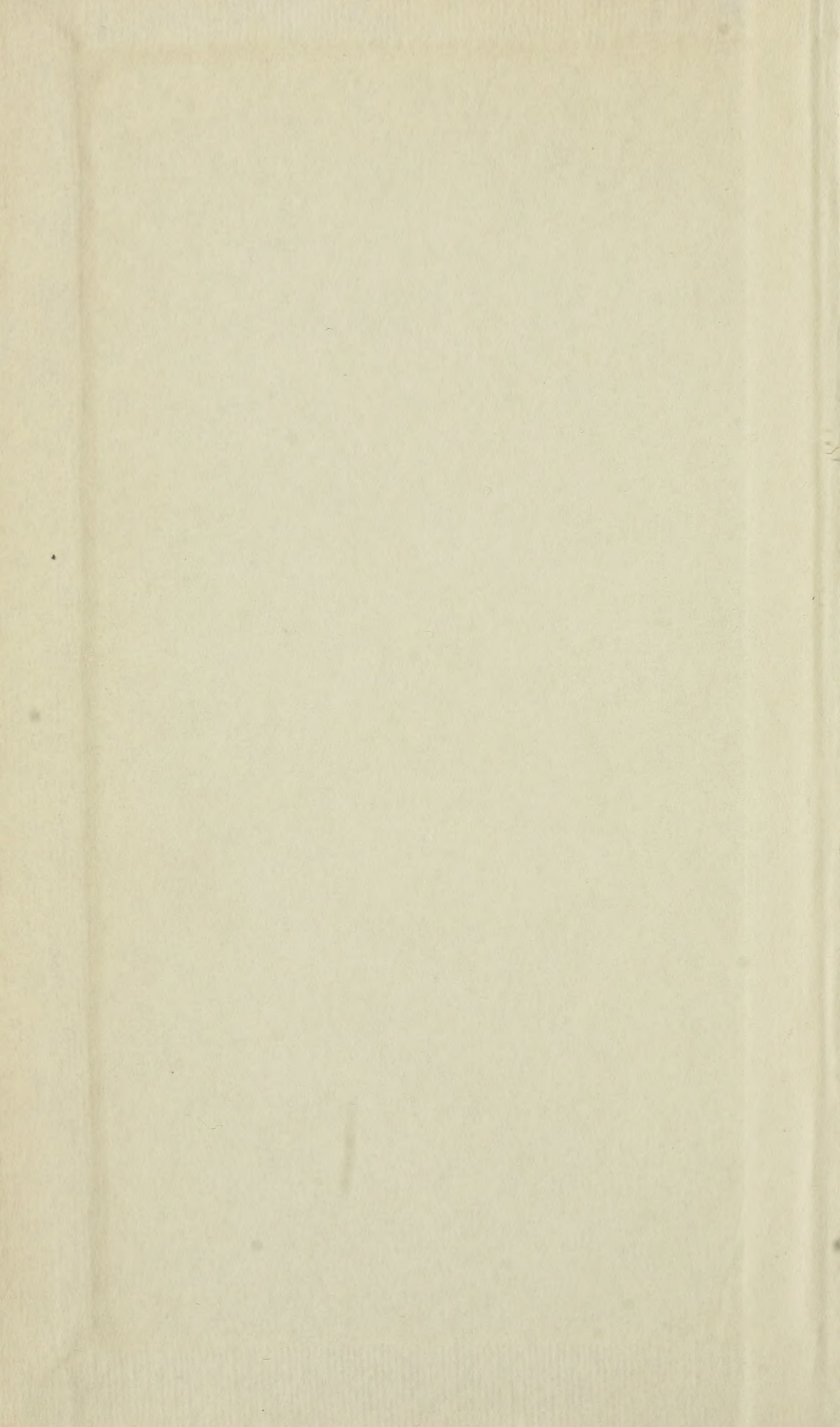
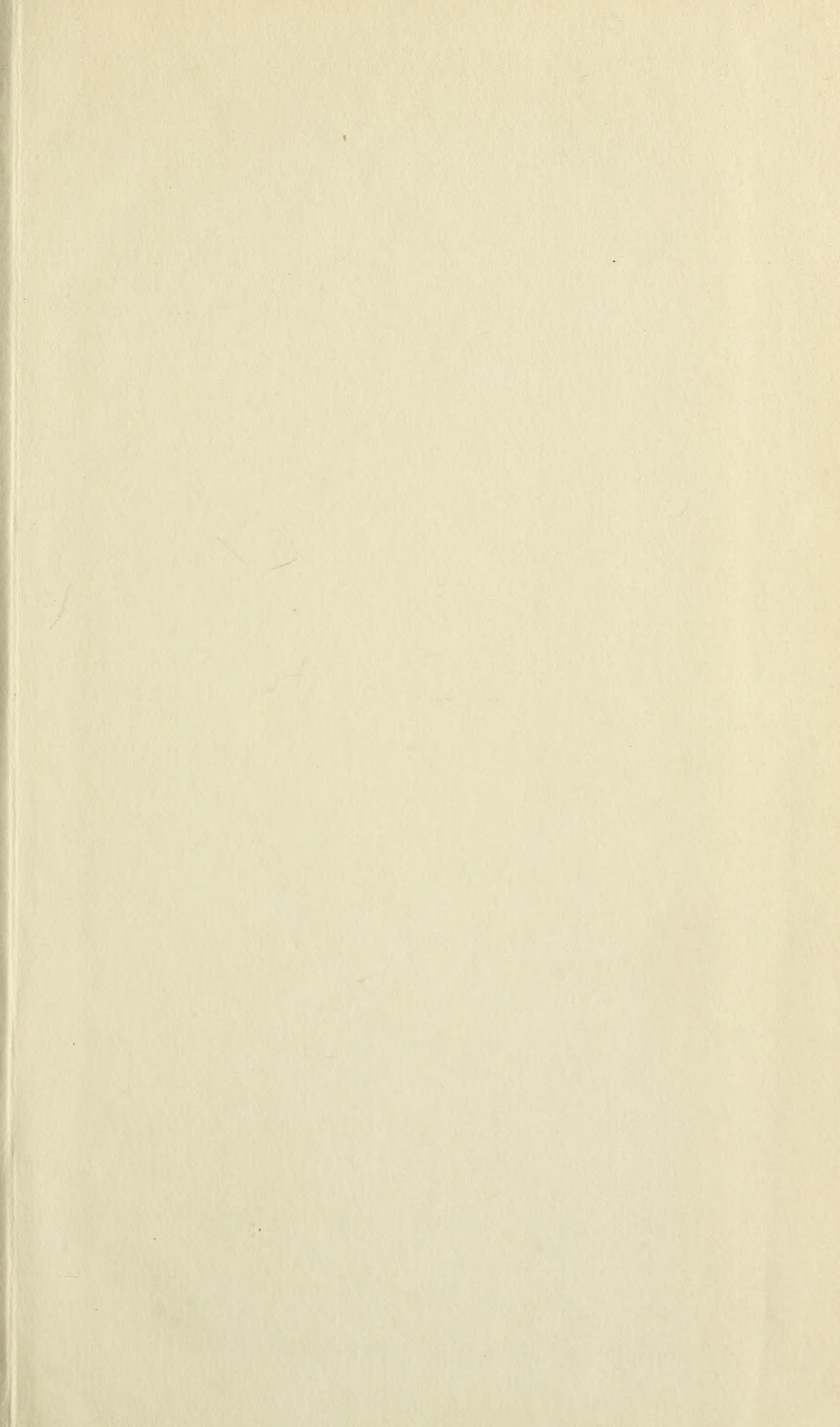
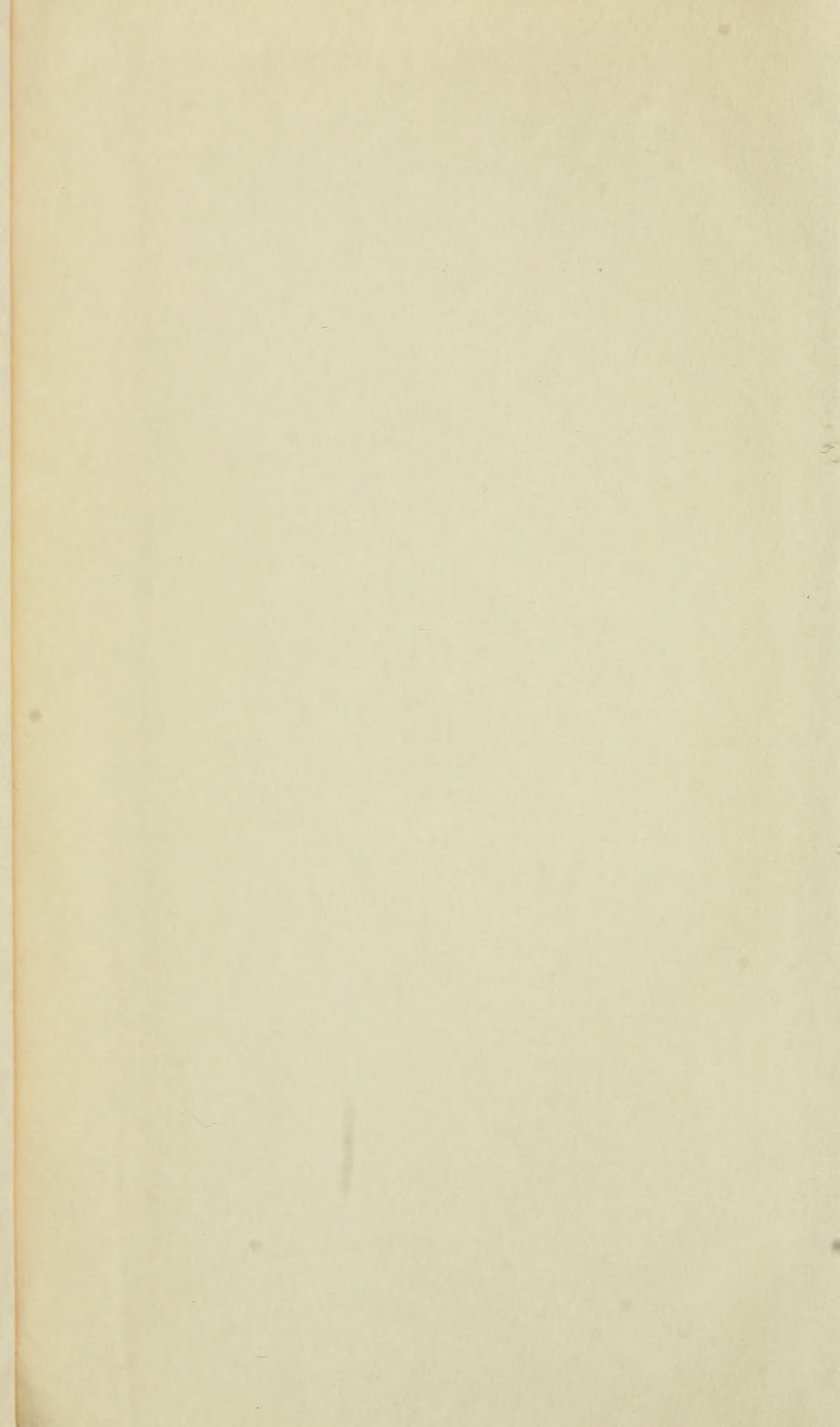
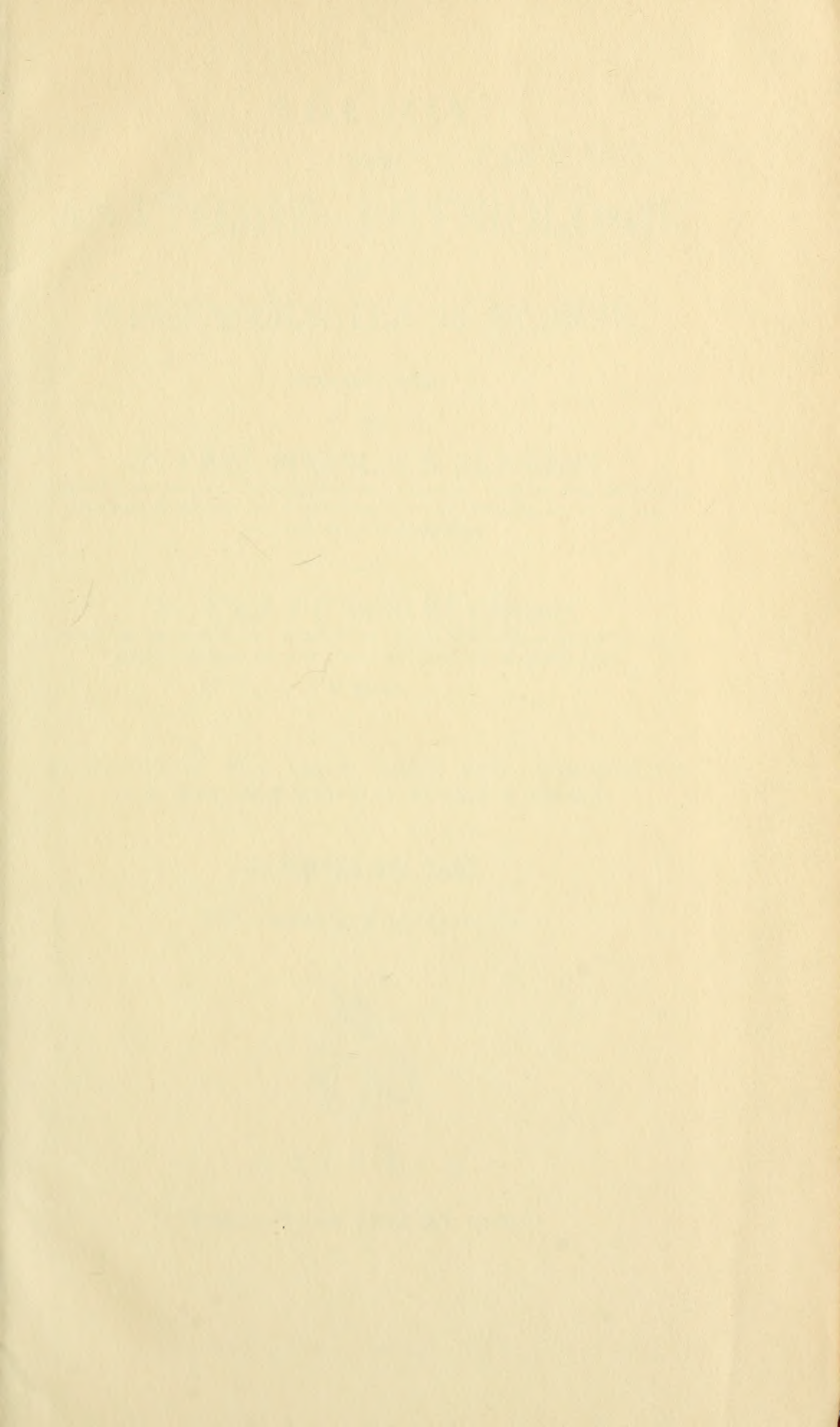












ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1867.

Mit zwanzig Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Inhalt.



Weitere Untersuchungen über die Nerven der Glandula submaxillaris des Hundes.

Von

F. Bidder in Dorpat.

(Hierzu Taf. I.)

In diesem Archiv 1866, S. 321 habe ich bei Mittheilung einiger Versuchsergebnisse über die Innervation der Glandula submaxillaris des Hundes die Ansicht zu vertheidigen gesucht, dass der profuse Speichelausfluss, der auf Reizung jenes Nervenbündels eintritt, welches als Fortsetzung der Chorda tympani aus dem Ram. lingualis trigemini zu dieser Drüse sich begiebt, zum Theil wenigstens auf eine den Gefässtonus mindernde oder gänzlich aufhebende Wirkung jenes Nerven bezogen werden müsse. Ich fügte hinzu, dass dieser Hemmungsnerv, wie Gleiches höchst wahrscheinlich auch für andere Hemmungsnerven gilt, nicht unmittelbar zu den Muskelelementen herantritt, deren Verkürzung er aufzuheben bestimmt ist, sondern dass er diese Wirkung dadurch hervorruft, dass er die nervösen Centralorgane alterirt, von denen die für das Drüsengewebe bestimmten Nerven ausgehen. Als solche Centra betrachtete ich die zahlreichen in den Verlauf des fraglichen Nervenbündels eingebetteten Nervenzellenanhäufungen, und fand die Berechtigung zu dieser Annahme in der Thatsache, dass selbst nach Durchschneidung des Lingualis und Halssympathicus, also nach Ausschliessung jeglichen Einflusses des cerebrospinalen Centrums, die Secretion in der Drüse zwar erheblich gemindert

ist, aber ganz unzweifelhaft fortbesteht. Ich vermuthete daher dass diese Ganglien einerseits die Elemente der Chorda aufnehmen, und andererseits die für die Drüse bestimmten Nervenprimitivfasern entlassen. Als Beleg für letztere Vorstellung konnte ich indessen nur auf die Verschiedenheit der Nervenfasern diesseits und jenseits der Ganglien, so wie auf die unverkennbare Entstehung neuer Nervenfasern in den letzteren hinweisen, und behielt mir fernere Mittheilungen vor, falls die fortgesetzte mikroskopische Untersuchung dieser Verhältnisse eine nähere Einsicht in dieselbe gewähren sollte. Die Hoffnung aber, auf diesem Wege weiter zu kommen, gründete sich ausser den angedeuteten Erwägungen auf die bemerkenswerthen Angaben, welche J. Arnold (Virch. Arch., Bd. 28, S. 465.; Bd. 32, S. 1.), L. Beale (Phil. Trans. 1863, Part II., p. 543) und Courvoisier (Schultze's Arch. für mikroskop. Anat., Bd. II., S. 13) über die Beziehungen der Nervenfasern zu den Nervenzellen gemacht hatten. Wenn namentlich Arnold von histologischen Erfahrungen aus zu der Vermuthung gelangte, dass gewisse Nervenzellen die Aufgabe haben, den Ursprung sympathischer Fasern aus dunkelrandigen Nerven zu vermitteln und vielleicht auch eine eigenthümliche Leistung in der Leitung des Nervenagens zu übernehmen, so war damit nicht allein eine Vermuthung bestätigt, die ich einst (Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkugeln zu den Nervenfasern. Leipz. 1847. S. 37) über die Beziehungen gewisser Nervenzellen zu den sogenannten animalen und sympathischen Nervenfasern im Allgemeinen ausgesprochen hatte; sondern es war auch die Erwartung berechtigt, dass in dem hier vorliegenden besonderen Fall die Verschiedenheit der Nervenfasern diesseits und jenseits der fraglichen Ganglien, und die Modification, die die letzteren in den Leistungen der motorischen Chordafasern herbeiführen, auf eigenthümlichen anatomischen Beziehungen zwischen Fasern und Zellen beruhen werde. In dieser Voraussetzung habe ich seitdem fast ununterbrochen mit dieser Frage mich beschäftigt. Trotz der auf die Lösung derselben verwendeten Zeit und Mühe hat ein nach allen Seiten befriedigender Abschluss sich bisher allerdings noch nicht erreichen lassen. Indessen dürfte das Fol-

gende doch dazu dienen, der oben erwähnten Ansicht weitere Stützen darzubieten.

Die von mir benutzte Untersuchungsmethode ist die für die Textur der Nerven gegenwärtig allgemein übliche. Die betreffenden Theile wurden entweder in dem Umfange und Zusammenhange, den Fig. A. auf Taf. X. d. Arch. 1866 darstellt, oder in der durch die beifolgenden Figuren 1 und 2 angedeuteten Beschränkung herausgenommen, und in nach M. Schultze's Vorschrift verdünnte, nur 0,0005 % haltige Chromsäurelösung gethan. In dieser Flüssigkeit blieben die Stücke einige Tage bis ein Paar Wochen liegen; einen nachtheiligen Einfluss längerer Einwirkung dieser Lösung habe ich nicht beobachtet, wohl aber liess das Bindegewebe sich um so leichter entfernen, je länger die Maceration gedauert hatte. Neben der Chromsäure habe ich zu demselben Zweck auch Salzsäure benutzt, so dass eine 0,25 bis 0,5 % ClH enthaltende Flüssigkeit zur Anwendung kam, ebenso Essigsäure in einer 0,5 % Säure enthaltenden Verdünnung; die von Arnold empfohlene successive Anwendung von Essigsäure und Chromsäure habe ich ebenfalls versucht, und muss auch meinerseits in das dieser Methode ertheilte Lob einstimmen. Welche Vorbereitung aber auch mit den Versuchsobjecten getroffen sein mag, immer bleibt der Präparirnadel der wesentlichste Theil der Arbeit vorbehalten, und da der günstige Erfolg derselben vorzugsweise dem Zufall zu danken ist, so ist ausdauernde Geduld auch hier das wichtigste Untersuchungsrequisit. Uebrigens habe ich alle meine Präparate schliesslich der Karmintinction unterworfen, da die zarten Zellenausläufer dadurch kenntlicher werden, und alle Kernbildungen schärfer hervortreten. Selbstverständlich habe ich auch ganz frische Theile in Untersuchung genommen, namentlich wo es sich um Messung von Nervenfasern auf verschiedenen Strecken ihres Verlaufs handelte. Da bei der Durchmusterung einer sehr grossen Zahl von Präparaten auch die makroskopischen Verhältnisse vielfach zur Beobachtung kamen, so will ich nicht unterlassen, die hauptsächlichsten Modificationen, die in dieser Beziehung sich mir darboten, ebenfalls zu berühren.

Wenn die fraglichen Drüsennerven in ihrer Verbindung mit dem Stamm des Lingualis zur Untersuchung gebracht werden, so überzeugt man sich bald, dass in Bezug auf Zahl und Anordnung derselben vielfache Differenzen selbst zwischen den beiden Körperseiten eines und desselben Thieres Statt finden. Bald finden sich nur wenige, 4—6 Nervenbündelchen, bald sind ihrer mehrere, 8—10; in einem Fall habe ich sogar 16, theils stärkere theils überaus feine Fäden gezählt. Darnach ist auch die Strecke, in der sie den Lingualisstamm verlassen, sehr verschieden, bald sind sie auf den Raum von 2—3 Linien zusammengedrängt, bald bleibt zwischen den Abgangsstellen des ersten und letzten Nerven eine Entfernung von 1 Zoll und mehr übrig; das Dreieck, welches alle diese Fäden bilden, indem sie gegen das Ganglion zu einer Spitze convergiren, hat also eine Basis von sehr wechselnder Länge. Ebenso leicht und sicher ist die Ueberzeugung zu gewinnen, dass zwar die meisten dieser Fäden von der centralen Seite der Lingualisbahn sich abzweigen, dass aber die letzten 1—2 Bündel von der peripherischen Seite derselben herkommen, und zwar entweder von den ersteren ganz geschieden oder mit ihnen zu gemeinsamen Stämmchen vereinigt, so dass erst hart am Lingualis ein Auseinanderweichen in zwei Bündel Statt findet, deren eins zum Centrum, das andere zur Peripherie gerichtet ist. Nicht selten zeigt dies letztere Verhältniss noch eine weitere Complication, indem ein vom Lingualis sich abzweigendes Faserbündel aus seiner centralen wie peripherischen Seite Nervenelemente zur Drüse entlässt (Fig. 1), während es ausserdem noch Fasern beherbergt, die dem weiteren peripherischen Verlaufe des N. lingualis sich wiederum anschliessen. Immer ist der aus seiner peripherischen Seite jene Drüsennerven entlassende Theil die für die Zunge selbst bestimmte Partie desselben, während von der centralen Seite herkommende Chordafasern, die für die vordersten Acini der Glandula sublingualis bestimmt sind, auch von anderen Zweigen des N. lingualis, namentlich von dem Ram. sublingualis abstammen.

Für die Beziehungen dieser Nerven zu den Ganglien, in welche sie einzutreten bestimmt sind, ist der Umstand von

Wichtigkeit, dass sie alle aus breiten Nervenfasern zusammengesetzt sind. In überwiegender Mehrzahl beherbergen sie Elemente von 0,012 Mm. Breite, doch sind auch Elemente von 0,015 Mm. Durchmesser und darüber hinaus recht zahlreich vertreten; schmalere Fasern von 0,009 Mm. kommen nur höchst vereinzelt vor. Diese Drüsennerven haben demnach eine Textur, die den aus breiten Fasern zusammengesetzten motorischen Nerven vollkommen entspricht. Im Wesentlichen dieselbe Beschaffenheit bietet auch das von der peripherischen Seite des Lingualis herkommende Bündel dar, und es widerlegt sich damit die nahe liegende Vermuthung, dass man es hier lediglich mit Elementen zu thun habe, die von den Ganglien herkommen und dem Lingualis zur peripherischen Verbreitung sich anschliessen. Kann auch das Vorkommen breiter Fasern in den sogenannten Ganglienнerven nicht bestritten werden, so sind sie doch nur in beschränkter Zahl in ihnen enthalten und ohne Zweifel vom cerebrospinalen Centrum abzuleiten. Diese Quelle ist aber für die weitaus überwiegende Menge breiter Fasern an dem fraglichen Nerven unstatthaft, da dieselben nach Durchschneidung des Lingualisstammes oberhalb des Abganges der Drüsennerven sich ganz intact verhalten. Die von den sogenannten sympathischen Ganglien entspringenden Elemente gehören dagegen ausschliesslich zu den schmalen Fasern, und die wenigen blassen und marklosen Fasern unseres Nervenbündels mögen daher immerhin von dem Ganglion herkommen und dem Lingualis zu peripherischer Verbreitung sich anschliessen. Die breiten doppeltconturirten Fasern desselben sind aber vielmehr als zu den Ganglien hingehende Elemente anzusehen. Wir haben es hier demnach mit centripetalleitenden Fasern zu thun, die, obgleich von einem mit lebhaftester Sensibilität begabten Organe herkommend, doch nicht wie die übrigen Lingualisfasern direct zum Gehirn leiten, sondern die bekannte Beziehung der Zunge zu der Speichelsecretion auf einem directeren Wege zu vermitteln bestimmt sind. Ich werde die in Rede stehenden Nervenbündel daher im Folgenden der Kürze wegen als peripherische Wurzel des Gangl. submaxill. bezeichnen.

Die erwähnte Beschaffenheit unserer Drüsennerven ändert

sich aber sogleich, sobald sie die ihrem weiteren Verlaufe eigene Ganglienformation aufgenommen haben. Letzteres geschieht in sehr verschiedener, nicht einmal auf beiden Seiten eines und desselben Thieres immer gleicher Weise. Die vom Lingualisstamm sich abzweigenden, gegen einander convergirenden, und bald zu einem stärkeren Bündel zusammentretenden Drüsennerven gehen nämlich häufig schon an dieser Vereinigungsstelle in ein einfaches ihrer Gesammtheit angehörendes flaches Ganglion über, das in Karminpräparaten als eine durch intensivere Färbung ausgezeichnete Verdickung zu erkennen ist, und aus welchem andererseits in ebenso wechselnder Zahl die zur Drüse bestimmten Nerven hervortreten. Ebenso häufig aber fehlt auch ein einfaches allen Lingualiszweigen gemeinsames Ganglion; vielmehr betrifft dasselbe nur einige jener Nervenbündel, während andere an ihm vorbeiziehen, um erst in ihrem weiteren Verlaufe Nervenzellen aufzunehmen; ja zuweilen fehlt eine durch eingelagerte Zellenmasse gekennzeichnete Verbindungsstelle mehrerer jener Nervenbündel ganz, und jedes derselben ist für sich bald früher bald später nach seiner Abzweigung vom Lingualis mit Nervenzellen versehen, die entweder vereinzelt und zerstreut und daher nur mit dem Mikroskop wahrnehmbar sind, oder in so starken Gruppen auftreten, dass sie schon dem unbewaffneten Auge als stärker geröthete Anschwellungen der Nervenstämmchen sich markiren.

Indessen selbst da, wo alle diese Drüsennerven in ein grösseres Ganglion zusammentreten, sind sie nicht selten schon vor letzterem und ganz regelmässig in ihrem weiteren Verlauf zur Drüse hin und bis in diese hinein noch wiederholentlich mit Ganglienzellen ausgestattet, so dass fast jedes beliebige aus ihnen herausgeschnittene Stück mehr oder weniger reichlich von Nervenzellen durchsetzt ist. Dies gilt besonders von der „peripherischen Wurzel“ dieser Ganglien, die häufig gleich bei ihrem Abgange vom Lingualis und auf ihrem weiteren Wege mit mehrfachen mikroskopischen Zellenanhäufungen ausgerüstet ist. — Mit dieser Einlagerung von Nervenzellen beginnt nun aber auch der Character der Nervenfasern mehr und mehr sich zu ändern. Neben den breiten, im frischen Zustande dunkel-

randigen und doppeltconturirten, in älteren mit Karmin behandelten Präparaten von krümeligem und durchweg tingirtem Inhalt erfüllten Nervenröhren, die neben ihrer Primitivscheide (Neurilemma) nur ausnahmsweise ein mit ebenfalls tingirten Kernen besetztes Perineurium darbieten, — treten nunmehr in gegen die Drüse hin stetig zunehmender Zahl und endlich in ganz überwiegendem Verhältniss auch die sogenannten Remak'schen oder gelatinösen Nervenfasern auf. Es sind dies 0,006—0,009 Mm. breite, plattrandige, von einfachen seitlichen Grenzlinien eingeschlossene, mit zahlreichen Kernen besetzte, einen ebenfalls leicht tingirten, durchweg gleichmässigen Inhalt beherbergende, eines vom Nervenmark scharf geschiedenen Axencylinders scheinbar ganz ermangelnde Fäden, deren feingranulirtes Ansehen ich jedoch mit W. Krause (Zeitschr. für ration. Med. 1864, III. Reihe, Bd. 21, S. 79) für den Ausdruck einer sie umhüllenden dünnen Lage von Nervenmark halten möchte. Endlich aber glaube ich noch eine dritte Art von Fasern, die ich früherhin ausnahmslos zum Bindegewebe rechnete, zum Theil wenigstens den wesentlichen Nervenelementen zuzählen zu müssen. Es sind dies ausserordentlich feine, kaum messbare, bei mittlerer Vergrösserung als einfache dunkle Linien auftretende, nur bei stärkeren Vergrösserungen von zwei Grenzlinien eingeschlossene Fäden, die in ihrem gestreckten Verlaufe von Stelle zu Stelle mit ovalen, granulirten, durch Karmin ebenfalls stärker tingirten Anschwellungen, sogenannten Kernen, versehen sind. Die Fila tenerrima, von denen Remak (Observ. microsc. Berol. 1838, §. 6) spricht, und die er wiederholentlich abbildet, sind hierher zu zählen. Zwar scheint es mir auch heute noch, dass manche dieser Formen zum Bindegewebe gehören; andere indessen kann ich nicht anstehen als Nervenfäden, als völlig nackte Axencylinder anzuerkennen. Diesen Character glaube ich ihnen namentlich da vindiciren zu müssen, wo sie von geradem Verlaufe sind und auch an den Kernstellen der Theilungen ermangeln, während das longitudinal gefaserte Bindegewebe bei wellenförmig geschwungenem Verlauf seiner Fäden gar keine Kerne und Theilungen, das netzförmige Bindegewebe dagegen in seinen Kernen zugleich

Knotenpunkte oder Theilungsstellen seiner Fasern besitzt. Das Mengenverhältniss zwischen den angeführten drei Arten von Fasern[1]) ist ein auf dem Wege zur Drüse hin in regelmässiger Weise sich änderndes. Die breiten doppelrandigen Fasern nehmen um so mehr ab, je mehr Ganglien auf dem Wege zur Drüse sie durchsetzt haben; aber selbst in den in das Drüsengewebe sich einsenkenden Nerven sind sie, obgleich äusserst spärlich, doch noch nachzuweisen. Dem entsprechend wächst die Menge der gelatinösen Fasern, so dass, während sie bei der Abzweigung der Drüsennerven vom Lingualisstamm wohl völlig fehlen, sie beim Eintritt derselben in die Drüse, wenn nicht ausschliesslich, doch im entschiedensten Uebergewichte vorhanden sind. Dieses Uebergewicht tritt noch überzeugender hervor, wenn man die Stärke der Chordazweige mit den zahlreichen in die Gl. submaxillaris selbst, und schon vorher in die Acini der Sublingualdrüse entsendeten Nervenästen vergleicht. Die Summe aller dieser Drüsennerven ist sicherlich — Zahlenwerthe sind hier nicht wohl zu gewinnen, der Augenschein ist aber überzeugend — beträchtlich grösser als die Summe der aus dem Lingualis sich abzweigenden Chordafasern. — Auch auf Querschnitten der betreffenden Nervenstämmchen, wenn sie einerseits unmittelbar nach ihrem Abgange vom Lingualisstamm und andererseits dicht vor ihrem Eintritt in die Drüse genommen werden, lässt sich die stattgehabte Veränderung der Nervenfasern mit Sicherheit erkennen. Dort bieten sich in den mit Terpentin geklärten Präparaten die bekannten lichten Kreise von etwa 0,012 Mm. Durchmesser und mit dem Axencylinder in Form eines rothen Mittelpunktes dar; hier dagegen ist die rothe Tinction weit auffallender, weil die sie ausschliessende Merkscheide bis auf geringe Spuren fehlt, und die gelatinöse Faser vielmehr in ihrer ganzen Dicke sich mit dem

---

1) Es sind dieselben drei Arten von Fasern, die J. Arnold (a. a. O. Bd. 28, S. 454) in den Nerven der Froschlunge unterscheidet; was Courvoisier (a. a. O. S. 16 und 27) als 1. und 2. Art markloser Nervenfasern beschreibt, stimmt mit dem oben Bemerkten ganz überein.

Farbstoff imprägnirt. In ihren seitlich aufsitzenden Kernen besitzen die letztgenannten Elemente zwar ebenfalls noch stärker tingirte Punkte; bei der unregelmässigen Vertheilung derselben bleibt aber das Gesammtbild dieser Segmente ein von dem vorigen sehr verschiedenes.

Rücksichtlich der Ordnung, in der diese ganz unleugbare Umwandlung der Nervenfasern vor sich geht, stellt sich, so lange die Untersuchung bei den Nervenfasern stehen bleibt, wohl heraus, dass die erwähnten feinsten Knötchenfibrillen auf dem Verlauf dieser Drüsennerven nachzuweisen sind, ohne dass sich über die Zu- oder Abnahme ihrer Menge irgend ein Gesetz bemerkbar macht. Erwägt man aber, dass sie im Anfange der vom Lingualis abgezweigten Drüsennerven sich nicht finden, sondern erst jenseits der Ganglien auftreten, so wird man zu der Vermuthung berechtigt, dass sie nicht den in die Ganglien eintretenden, sondern den austretenden Nervenfasern angehören; und wird ferner in Betracht gezogen, dass trotz der durch die auf einander folgenden Ganglien bedingten Vermehrung austretender Fasern, die Zahl dieser feinsten Fibrillen gegen die Drüse hin keinesweges zu wachsen scheint, so wird man zu dem Schluss gedrängt, dass sie nur eine vorübergehende auf eine kurze Verlaufsstrecke beschränkte Form der Nervenfasern darstellen, und früher oder später in gelatinöse oder gar in dunkelrandige Fasern umgewandelt werden, also Uebergangsfasern im Sinne Courvoisier's (a. a. O. S. 15) darstellen. Genauere Einsicht in diese Verhältnisse konnte jedoch nur von der Untersuchung der betreffenden Ganglien erwartet werden, und zwar von der Ermittelung der Beziehungen zwischen den Zellen und den ein- und austretenden Fasern. Hierauf musste also die weitere Untersuchung vorzugsweise gerichtet werden.

In Betreff der allgemeinen Lagerungsverhältnisse der Zellen und Fasern muss ich der Schilderung, die W. Krause (Zeitschrift f. ration. Med. 1864, 3. Reihe, Bd. 21, S. 92) von derselben entwirft, in Bezug auf den Hund vollständig beistimmen; und Ansichten, wie sie der genannte Beobachter auf Taf. III. Fig. 3 aus der Submaxillardrüse des Menschen, oder in Fig. 4 des Igels abbildet, habe ich bei Durchmusterung der am oberen

Rande der Gl. sublingualis und am Duct. Whartonianus zu Unterkieferdrüse hinziehenden Nervenstämmchen in jedem Präparate zu sehen bekommen. Wo die Nervenzellen in kleineren Gruppen von 4—12 oder gar ganz vereinzelt zwischen die Nervenfasern eingelagert sich zeigen, da bieten sie oblonge bipolare Formen dar, deren schmale Enden mit Nervenfasern in Verbindung zu stehen und einfache oder gar doppelte Fortsätze zu entsenden scheinen, die den Elementen des Nervenbündels sich anschliessen, und daher zum Centrum wie zur Peripherie gerichtet sind. Einigemal bot sich auch ein Verhältniss dar, wie es Krause (a. a. O. Fig. 3) abbildet, wo zwei scheinbar unipolare birnförmige Zellen mit ihren breiten Enden unmittelbar an einander stossen, während die spitzen Enden in Nervenfasern übergehen und diametral entgegengesetzt gerichtet sind, Fig. 3. Ebendasselbe Verhältniss führt auch L. Auerbach (Virch. Arch. 1864, Bd. 30, S. 457) als „opponirte Stellung" auf, und bringt es in Verbindung mit einer supponirten Mittheilung der Erregung zwischen discontinuirlichen Elementen, also mit einer Art inducirender Wirkung zwischen an einander liegenden Zellen. Indessen gegenüber der neuesten im Eingange erwähnten Aufschlüsse über den Bau der Ganglien im sympathischen System konnte das Bemerkte durchaus nicht befriedigen, und es musste vielmehr darnach getrachtet werden, ähnliche Verhältnisse, die die oben aufgeworfene Frage besser zu erledigen versprechen, auch an dem in Rede stehenden Orte zu ermitteln.

Während die genannten Untersuchungen von Arnold und Beale auf den Frosch beschränkt blieben, dehnte Courvoisier die seinigen auch über andere Wirbelthierklassen aus, und kam hierbei zu dem Resultate, dass die Principien, nach welchen der Zusammenhang zwischen Ganglienkugeln und Nervenfasern hergestellt ist, zwar überall dieselben sind wie bei den Amphibien, dass aber ein grosser Unterschied darin besteht, dass die sympathischen Zellen bei den übrigen Wirbelthieren vielstrahlig und wie es scheint, ausschliesslich multipolar sind, so zwar dass an jedem Pole neben einer „geraden" Faser wenigstens eine „Spiralfaser" sich findet, und dass an letzterer häufiger

noch als beim Frosch die Windungen ganz fehlen, so dass die Spiralfaser in Bezug auf die gerade Faser zur „Parallelfaser" wird. So trifft man also 3 bis 5 und mehr Paare von einer Zelle abgehender „Zwillingsfasern" an, und auch die von Courvoisier unterschiedenen Commissurenfäden sollen bei den höheren Wirbelthieren eine viel bedeutendere Rolle spielen (a. a. O. S. 29 und 30). Wenn diese Verhältnisse zunächst allerdings nur für den sympathischen Grenzstrang ermittelt waren, so mussten sie doch auch bei Untersuchung anderer zu diesem System gehörender Ganglien im Auge behalten werden.

Ich muss nun als Resultat meiner bisher nur an den fraglichen Drüsennerven des Hundes angestellten Untersuchungen die Bemerkung vorausschicken, dass die Beziehungen der Fasern zu den Zellen nicht durchweg nach derselben Norm geordnet erscheinen. Vielmehr sind hier histologische Differenzen nachweisbar, an welche höchstwahrscheinlich auch verschiedenartige physiologische Leistungen sich knüpfen. Zunächst nämlich ist es ganz unzweifelhaft, dass in unseren Nerven, wie bemerkt, bipolare Zellen im früheren Sinne dieser Bezeichnung vorkommen, d. h. Zellen von gewöhnlich oblonger Gestalt, die von ihren beiden verschmälerten Enden, und wie es scheint aus der Zellensubstanz selbst, Fortsätze entsenden, welche bald nach ihrem Abgange von der Zelle sich mit Nervenmark umgeben und daher Axencylinder dunkelrandiger doppeltconturirter Nervenfasern darstellen. Die betreffenden Bilder stimmen ganz überein mit den Verhältnissen, die Reichert und ich vor Jahren an dem Trigeminus des Hechts vorfanden, die seitdem für die Spinalnerven und die Stammesganglien der Hirnnerven als Norm gegolten haben, und meistens als Character centripetalleitender Fasern angesehen werden. Welche Bedeutung sie hier an unserem Orte haben, muss vorläufig ganz dahingestellt bleiben. Ich kann nur sagen, dass sie nicht an eine bestimmte Localität gebunden sind, dass sie besonders da zu treffen sind, wo vereinzelte Zellen in die Faserbündel eingebettet erscheinen, oder die Zellen nur zu kleinen Gruppen zusammengehäuft sind. Der Umstand jedoch, dass sie nur an einer kleinen Minderzahl von Zellen sich darbieten, dürfte wohl zu dem Ausspruch be-

rechtigen, dass von diesen Zellen ein entscheidender Einfluss auf die Speicheldrüse nicht ausgeübt wird.

Von den eben geschilderten unterscheiden sich andere Zellen dadurch, dass sie von dem einen verschmälerten Ende zwei dicht neben einander liegende Fortsätze aussenden, also tripolare Zellen darstellen, Fig. 4. Auch diese beiden dicht an einander gedrängten Ausläufer scheinen unmittelbare Fortsetzungen des Zellenkörpers zu sein. Ob sie mit Nervenmark sich umgeben, ist mir zweifelhaft geblieben; dagegen fanden sich manchmal auch hier in den an einem Zellenrande quer gelagerten mehrfachen Kernen Andeutungen jener Spiralen, von denen sogleich näher die Rede sein soll. Am anderen Zellenrande ist nur selten ein einfacher Ausläufer in unverkennbarer Weise wahrzunehmen; gewöhnlich ist er abgerissen, und seine frühere Anwesenheit nur aus einigen an diesem Ende befindlichen Fragmenten der Zellenscheide, oder aus unregelmässiger Begrenzung des Zellenkörpers zu erschliessen. Auch diese Zellen bieten sich indessen so spärlich dar, dass ihnen ebensowenig wie den zuerst erwähnten eine wesentliche Beziehung zu der Absonderung des Speichels wird zugeschrieben werden dürfen.

Ungleich häufiger dagegen erscheinen Zellen, die auf den ersten Blick als unipolar in dem bisher gebräuchlichen Sinne bezeichnet werden können. An feinen Nervenästchen, sowohl Wurzelfäden aus dem N. lingualis als auch Ausläufern des Gangl. submaxillare, erscheinen sie mitunter ohne weitere Präparation als ein stellenweise auftretender Saum von 4, 6 und mehreren in einfacher Reihe neben einander gestellten Zellen von birnförmiger Gestalt, deren verbreitertes Ende nach aussen gegen die Nervenscheide, das schmälere nach innen gegen die Nervenfaserbündel gerichtet, und in das letztere etwas hineingesenkt ist, so dass der Längsdurchmesser der Zelle senkrecht auf die Längsaxe des Nervenbündels trifft. Mit voller Sicherheit kann man sich in solchen Fällen davon überzeugen, dass von dem ganzen frei daliegenden Umfang der Zellen kein Fortsatz ausgesendet wird, und dass sie nur mittelst ihres zugespitzten Endes mit dem Nerven in nähere Verbindung tritt. Genaueres über die Art dieser Verbindung lässt sich in solchen

Präparaten nicht ermitteln; nur ein paar Male, wo die Nervenscheide zerrissen und eine Zelle zugleich aus ihrer Lage gezerrt war, liess sich soviel erkennen, dass der scheinbar einfache Fortsatz unmittelbar an der Zelle selbst in zwei Theile zerfiel, die nach entgegengesetzten Richtungen sich zu wenden schienen. Wird dagegen ein solches Präparat mit der Nadel weiter bearbeitet, so lassen sich im glücklichen Fall mehrfache Verhältnisse ermitteln. Zunächst nämlich bieten sich einige völlig freie und nackte Zellen dem Blicke dar. Ein kreisrunder, scharfbegrenzter, mit einem deutlichen Kernkörperchen versehener Nucleus liegt inmitten einer festweichen feingekörnten Zellensubstanz, die, obgleich im Allgemeinen von rundlicher oder oblonger Form, daneben gewöhnlich einen unregelmässigen mit mehreren Hervorragungen und Einsenkungen versehenen Umfang zeigt, die wohl die Spuren einer durch die angewendeten Reagentien bedingten Verschrumpfung des Zellenkörpers sind. Die Zellensubstanz selbst erscheint durchweg gleichmässig; von einem sie im Innern durchziehenden oder auf der Aussenfläche umkleidenden Fadennetze ist Nichts wahrzunehmen. Ebensowenig bietet sich irgend Etwas dar, was als Zellenmembran gedeutet werden könnte; die Zellensubstanz läuft vielmehr ringsum in einen zarten verdünnten Rand aus, und ist frei von jeglichem im weiteren Umkreise sie umgebenden Gebilde. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass man es bei diesen freien, nackten apolaren Zellen mit Artefacten zu thun habe. Ist es aber bei der erwähnten Präparationsweise gelungen, eine Zelle nebst Ausläufern aus ihrer Umgebung herauszulösen — was gewöhnlich nicht anders geschieht, als indem die Zelle von ihrem Neurilemm umgeben bleibt, und letzteres auf ihre Ausläufer als Primitivscheide derselben sich fortsetzt —, so ist es in der Regel auffallend, dass ihre Oberfläche nicht durchweg gleichmässig erscheint, sondern durch mehrere netzförmig einander durchkreuzende Linien, welche nach wechselnder Einstellung bald hell bald dunkel erscheinen, wie zerklüftet sich ausnimmt. Zuweilen sieht man diese Linien über den Umfang der Zelle hinausgehen (Fig. 3), und wenn schon dies dafür spricht, dass sie eine von der Zellensubstanz unterschiedene

Bildung sind, so wird ihre Ableitung von Falten der Zellenhülle[1]) vollends unmöglich, wo sie sich bis zum Kernkörperchen der Nervenzellen verfolgen lassen (Fig. 5 und 6). Ich kann hiernach nicht anstehen, den Angaben Arnold's und Courvoisier's über ein von den Kernkörperchen ausgehendes, von demselben an die Oberfläche der Zellen gelangendes, und dieselbe in einem mehr oder weniger beträchtlichen Umfange umspinnendes Fadennetz mich anzuschliessen. Ueber die weiteren Schicksale dieses Netzes habe ich Folgendes zu bemerken.

An der Mehrzahl der in erforderlichem Maasse zu überblickenden Zellen eines Zerzupfungspräparates ist zwar der grössere Theil des Zellenumfanges innerhalb der Nervenscheide ohne nähere Verbindung mit derselben, und beide sind vielmehr in Folge des Verschrumpfens der Zellen durch die angewendeten chemischen Agentien durch einen mehr oder weniger weiten Zwischenraum von einander getrennt. An dem einen verschmälerten Ende der Zelle dagegen sind Zellensubstanz und Zellenscheide nicht mehr deutlich von einander abgesetzt, während eine scharf markirte querlaufende Grenzlinie den grösseren Theil der Zellensubstanz von einem Appendix trennt, der in auffallender Weise geklüftet erscheint, und endlich in die Zellenausläufer übergeht. Bei genauerer Untersuchung dieses Zellenendes findet man aber bald, dass es eine ziemlich complicirte Textur hat. In der Axe desselben markirt sich zuweilen, besonders an Karminpräparaten, ein röthlich tingirter Zellenfortsatz, der sich manchmal allerdings durch die Zellensubstanz hindurch bis zu dem selbst am entgegengesetzten Zellenende gelagerten Kern verfolgen lässt (Fig. 5), meistens jedoch schon am Umfange der Zelle mit ihrer Substanz selbst zu verschmelzen scheint. Das an diesem Zellenende auffallende zerklüftete Aussehen erweist sich als der optische Ausdruck einer oder

1) Mit Rücksicht auf die Bemerkung von Sander (dieses Arch. 1866, S. 403), dass es sich bei den Netzen und Spiralfasern nur um Risse und Falten einer Scheide handelt, muss ich hervorheben, dass ich diese Formen auch bei ganz nackten Zellen gesehen habe. (Fig. 9).

mehrerer höchst zarter Fasern, die in einigen dichtgedrängten Touren den eben erwähnten Zellenfortsatz umkreisen. Diese Spiralfaser ist immer durch mehrere starke längsovale Kerne ausgezeichnet, deren längere Durchmesser die Längsaxe der Zelle unter ziemlich rechten Winkeln kreuzen; und bei der Dichtigkeit der Spiraltouren, bei ihrer feinkörnigen Beschaffenheit und schwachröthlichen Tinction, leicht für abgeschnittene Theile des Ganglienkörpers selbst gehalten werden können. Es sind dies Bilder, wie sie in ähnlicher Weise auch Beale (a. a. O. Fig. 1, 3, 20, 26 u. and.) darstellt. Einen Zusammenhang dieser Spiralfaser mit dem die Zelle umspinnenden Fädennetz habe ich freilich niemals mit Sicherheit wahrnehmen können, indessen kann ich nach den Erfahrungen der bereits genannten Beobachter, so wie nach dem Gesammthabitus dieser beiden Gebilde an der Continuität derselben nicht zweifeln. Ein paar Male traten mir dünne gekernte Fasern entgegen, die deutlich von dem Kernkörperchen der Zellen ausgingen (Fig. 7 und 8) und die ich für Reste zerstörter Spiralfasern halten musste, deren zugehörige Axencylinder — worauf ausgerissene Stellen des Zellenkörpers hindeuteten — vernichtet waren. Dass übrigens eigentliche Spiraltouren an einer der beiden von einem Zellenpol ausgehenden Fasern auch ganz fehlen können, wie bereits Courvoisier angiebt, davon habe auch ich mich überzeugen können. Fig. 11 stellt einen solchen Fall dar, wo die betreffenden zwei Fasern mehrfach um einander geschlungen waren, ohne dass für eine derselben der ausschliessliche Character einer Spiralfaser in Anspruch genommen werden konnte.

Welchen ferneren Verlauf die Spiralfaser, so wie die inmitten ihrer Windungen liegende gerade Faser nehmen, ob und wann und wo sie sich mit Nervenmark umkleiden und zu dunkelrandigen Nervenfasern werden, darüber habe ich Sicheres nicht ermitteln können. Doch habe ich ein Mal beide Fasern über eine weite den Längendurchmesser der Zelle wohl um das Zehnfache übertreffenden Raum in der Gestalt zweier Fäden verfolgen können, von denen der eine äusserst fein, der andere etwas breiter und fein granulirt, beide durch zahlreiche längs-

ovale Kerne ausgezeichnet waren. Zuweilen, und zwar wenn man es mit einer Zelle zu thun hatte, die ganz vereinzelt oder mit wenigen Nachbarn aus einem Nervenbündel herausgehoben war, schienen die fraglichen beiden Fasern in entgegengesetzter Richtung aus einander zu gehen, ohne dass jedoch angegeben werden konnte, welche centripetal und welche centrifugal gerichtet sei. Wo aber Zellen aus einer grösseren Anhäufung von Ganglienmasse abgelöst waren, und longitudinal verlaufende Nervenfasern, die über die Richtung der Zellenausläufer Auskunft geben konnten, fehlten, die Ausläufer überdies gewöhnlich schon dicht an der Zelle abgerissen waren, da musste noch mehr auf die Beantwortung jener Fragen verzichtet werden. Nur so viel lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass in grösseren Zellenhaufen, die weder auf Bündeln dunkelrandiger Nervenfasern aufsitzen, noch von solchen durchzogen werden, die marklosen Zellenausläufer, um zu den benachbarten Nervenbündeln zu gelangen, zwischen den Zellen sich durchwinden müssen, und dass sie eben deshalb bei der Präparation leicht abreissen und schwieriger als aus anderen Lagerungsverhältnissen in ihrer natürlichen Continuität sich darstellen lassen. Es folgt daraus aber ferner, dass ein nicht unbeträchtlicher Theil der in den Ganglien zwischen den Zellen gelegenen Substanz nicht zum indifferenten Bindegewebe zu rechnen ist, sondern zu den wesentlichen Nervenelementen gehört. Wenn ich auch Anstand nehmen muss, Beale beizustimmen, der (a. a. O. S. 567) alle um Nervenzellen herumkreisenden gekernten Fibern bei Säugethieren für wahre Nervenfasern und nicht für Bindegewebe hält, und der überhaupt die Annahme einer andere Gewebe stützenden und haltenden Bindesubstanz für ungerechtfertigt erklärt, so lässt sich, wie mir scheint, doch mit Entschiedenheit behaupten, dass in den „Knötchenfibrillen“, dem „fadig aufgereihten Epithelium“, oder dem „gekernten Bindegewebe“ um die Ganglienzellen herum, ein ganz erheblicher Antheil von Nervenelementen vertreten sein muss. Eine genauere Trennung dieser Elemente vermag ich aber nicht durchzuführen, da ich den Beale'schen Ausspruch (S. 566): „a normal nerve-fibre can always be distinguished from a fibre of

connective tissue", keineswegs unterschreiben kann. Denn die von demselben Autor angegebenen Merkmale (p. 565): „fibres which can be followed for a considerable distance, which refract like true nerve-fibres, and exhibit an appearance more or less granular, especially if they can be followed into ganglion-cells", lassen leider nur selten und ausnahmsweise sich gewinnen.[1] Aber ich muss andererseits auch zugeben, dass frühere auch von mir getheilte Ansichten über die wesentlichen Charaktere von Nervenelementen, durch die Verbesserung der optischen Mittel, durch „certain precautions in preparation", von denen es jedoch nicht heissen sollte: „which it would be tedious to refer" (Beale, p. 566), und die dadurch erweiterten und befestigten Erfahrungen modificirt werden müssen, wie denn die gedoppelten und dunkeln Ränder schon längst aufgehört haben, ein unerlässliches Merkzeichen wahrer Nervenfasern zu sein.

Es kann kaum zweifelhaft bleiben, dass die eben geschilderten meistentheils scheinbar unipolaren, in Wirklichkeit jedoch auch aus diesem einfachen Pol zwei Fasern entsendenden Nervenzellen, die in den zur Submaxillardrüse hingehenden Nervenzweigen das entschiedene Uebergewicht über andere Formen von Nervenzellen haben, in einer näheren Beziehung zu der Secretion dieser Drüse stehen müssen. Es müsste also, im Sinne der im Eingange ausgesprochenen Ansicht, die eine der

---

1) Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit zu bemerken, dass ich ebenso wenig wie andere Beobachter eine Methode anzugeben vermag, die in jedem Falle die bestimmte Aussicht gewährte, den Zusammenhang zwischen Nervenfasern und Ganglienzellen vollständig zur Anschauung zu bringen. Die Verschiedenheiten, welche ein und dasselbe Gewebe bei verschiedenen Individuen darbietet, geben bei Untersuchung dieser subtilen Verhältnisse sich nur zu sehr zu erkennen. Dieselben chemischen Agentien und dieselbe Dauer ihrer Einwirkung, die in einem Falle ganz erwünschte Resultate lieferten, bleiben in einem andern Fall erfolglos, indem das Gewebe nicht hinreichend gelockert, oder im Gegentheil schon zerfallen ist. Man ist auf diesem Gebiete noch viel zu sehr dem glücklichen Zufall Preis gegeben, als dass eine allseitige Verständigung über dasselbe in naher Aussicht wäre.

beiden mit der Nervenzelle zusammenhängenden Fasern von der Seite der Chorda her in dieselbe eintreten, die andere dagegen in der Richtung zur Drüse hin von ihr ausgehen. Aber, wenn auf dem Wege histologischer Untersuchung schon darüber keine Sicherheit erlangt werden konnte, ob diese Fasern nach ihrem Abgange von der Zelle entgegengesetzte Richtungen einschlagen, so war noch weniger eine Entscheidung darüber zu gewinnen, ob etwa der mit der Zellensubstanz direct zusammenhängende Fortsatz die gerade Faser, zur Zelle herantrete, die aus dem umspinnenden Fadennetz hervorgehende Spiralfaser dagegen als austretend anzusehen sei, oder ob das umgekehrte Verhältniss obwalte. Es musste daher versucht werden, auf einem anderen Wege diese wichtige Frage zu lösen. Das Mittel dazu schien sich in der auf jede Nervendurchschneidung unausbleiblich folgenden Degeneration der von ihrem Ernährungscentrum getrennten Nervenfasern darzubieten. Man durfte hoffen, auf diesem Wege auch über die Natur der fraglichen Zellenfortsätze näheren Aufschluss zu gewinnen. Es war zu erwarten, dass nach Durchschneidung des Lingualis die von seiner centralen Seite in die Submaxillarganglien entsendeten Zweige fettig entarten würden, und es war nach dem Obigen wahrscheinlich, dass diese Degeneration vorläufig an den Ganglien Halt machen, und demnach von den zwei mit der Zelle zusammenhängenden Fasern zwar die eine vom Lingualis herkommende entartet, die andere zur Drüse sich fortsetzende intact geblieben sein werde. Man durfte ferner erwarten, dass das Fehlen entarteter Fasern jenseits des Ganglions einen erneuerten und untrüglichen Beweis dafür liefern werde, dass die Chordafasern nicht im ununterbrochenen Verlauf bis zur Drüse hintreten, sondern bereits früher ihr Ende erreichen. Freilich konnte nicht übersehen werden, dass der beabsichtigten Untersuchung erhebliche Schwierigkeiten daraus erwachsen müssten, dass die Submaxillardrüsenganglien nicht in einen einzigen Haufen gesammelt, sondern in eine Menge bis zum Hilus der Drüse reichender Heerde aufgelöst sind, und dass daher degenerirte Fasern, wenngleich in stetig sich verringernder Menge doch bis an die Drüse heran nicht fehlen würden, während andererseits die von der peri-

pherischen Seite des Lingualis herkommenden und von der Durchschneidung nicht getroffenen Nervenfasern in ihrer ursprünglichen unversehrten Beschaffenheit die Zellen erreichen mussten. Bei der in den Ganglien stattfindenden Durchkreuzung und Verflechtung der aus verschiedenen Quellen herstammenden Nervenfasern mussten die erwähnten Umstände die Gewinnung eines entschiedenen Urtheils über die Erfolge der vorausgeschickten Nervendurchschneidung sehr beeinträchtigen. Trotzdem musste jedoch der Versuch gemacht werden, auf diesem Wege eine genauere Einsicht in die fraglichen Verhältnisse zu gewinnen. Ich will von den bezüglichen Experimenten, deren ich in Allem sieben angestellt habe, und die im Wesentlichen die gleichen Resultate ergaben, nur eines ausführlicher beschreiben.

Einem Hunde von etwa 16 Kgrm. Körpergewicht wurde der Stamm des N. lingualis der linken Seite innerhalb der Mundhöhle dicht am vorderen Rande des Musc. pterygoid. inter. durchschnitten. Nach 20 Tagen war die betreffende Zungenhälfte an ihrem Rande mit mehreren theilweise vernarbten Einrissen versehen, im Vergleich mit der gesund gebliebenen Seite unverkennbar verschrumpft und durchaus unempfindlich; von einer Restitution des durchschnitteten Nerven konnte also keine Rede sein. Nachdem das Thier getödtet, wurden beide Submaxillardrüsen nebst zugehörigen Nerven herauspräparirt, die Drüse der operirten Seite allein für sich wog 8,1 Grm., während die andere ein Gewicht von 8,5 Grm. zeigte. In anderen Fällen war die Gewichtsdifferenz noch weit auffallender, einmal sogar in dem Verhältniss von 7,3 : 9,1. Diese Differenz wird um so mehr auf die durch die vorangegangene Nervendurchschneidung herabgesetzte absondernde Thätigkeit der Drüse bezogen werden müssen, als unter eilf in anderer Veranlassung unternommenen Gewichtsbestimmungen der normalen Submaxillardrüsen bei Hunden in neun Fällen ein Ueberwiegen der linken Drüse sich fand, so dass deren Gewicht zur Drüse der rechten Seite das mittlere Verhältniss von 6,2 : 5,4 ergab. Diese auffallende Verkleinerung der Drüse nach Trennung der Lingualisbahn war indessen von nachweisbaren Aenderungen

ihrer Textur, der Drüsenacini und ihrer Epithelien, nicht begleitet; sie beruhte daher wohl nur auf einer andauernden Verminderung der durchströmenden Blutmenge mit gleichzeitiger Abnahme der die Drüse tränkenden Parenchymflüssigkeit. — Die betreffenden Nervenpartieen wurden wie gewöhnlich der vorgängigen Maceration durch höchst verdünnte Chromsäurelösung unterworfen. Bei mikroskopischer Untersuchung erschien der Stamm des Lingualis unterhalb der Durchschneidung ebenso wie die von seiner centralen Seite zur Drüse sich abzweigenden feinen Aestchen ausschliesslich aus degenerirten Fasern zusammengesetzt, die grösstentheils bereits im letzten Stadium der Fettentartung sich befanden. Denn ein in quaderförmige Stücke zerklüfteter Inhalt der Fasern war nirgends mehr wahrzunehmen; überall war derselbe bereits in eine feinkörnige Masse zerfallen, von der einige Fasern noch ziemlich gleichmässig erfüllt waren, während in den meisten übrigen unregelmässige Haufen dieser moleculären Masse mit ganz leeren Stellen abwechselten, und von manchen Fasern nur noch die völlig entleerte und collabirte Scheide übrig zu sein schien. Jenseits der ersten Ganglienmassen aber, die diese Nervenzweige auf dem Wege zur Drüse zu durchsetzen hatten, traten neben den entarteten Fasern auch ganz unveränderte marklose blasse oder gelatinöse Fasern auf, deren Menge um so mehr zunahm, je mehr Ganglien auf dem Wege zur Drüse bereits durchsetzt waren, so dass die in die Drüse selbst sich einsenkenden Nerven fast ausschliesslich aus schmalen, blassen, in ihrem gewöhnlichen Ansehn durchaus nicht veränderten, namentlich durchaus keine Fettmolekeln beherbergenden Fasern zusammengesetzt waren, und breite entartete Fasern nur höchst vereinzelt, und in manchen Präparaten auch gar nicht angetroffen wurden. Wenn nun aber nach allen bisherigen Erfahrungen von ihrem Ernährungscentrum getrennte Nervenfasern in ihrem ganzen unterhalb der Durchschneidungsstelle belegenen Verlaufe bis in ihre äussersten peripherischen Enden der Fettmetamorphose anheimfallen, so muss in dem Verlaufe unserer Drüsennerven irgend ein Umstand wirksam werden, der die sonst unvermeidliche Ausbreitung der Entartung beschränkt, und der Fortsez-

zung des Degenerationsprocesses bis auf die letzten Nervenenden hemmend entgegentritt. Kaum konnte hierbei an etwas Anderes gedacht werden als an die in den Gang dieser Nerven eingestreuten Ganglien; und abermals wies also Alles auf die Untersuchung dieser letzteren hin. — Bei derselben zeigte sich nun zunächst, dass die Nervenzellen selbst 20 Tage nach Durchschneidung der zu ihnen führenden Nervenbahnen sich ganz intact erhalten hatten. Von einer ungewöhnlichen etwa ebenfalls auf Fettentartung hinweisenden Alteration ihres Inhalts, oder von jener eigenthümlichen Veränderung ihrer Oberfläche, die Courvoisier unter dem Namen „Degenerationskügelchen" beschreibt und abbildet (a. a. O. Fig. 18 und 21), habe ich in keinem meiner Versuche, die bis 20 Tage fortgesetzt wurden, irgend etwas nachweisen können. Alle Nervenzellen, auch die inmitten degenerirter Fasern liegenden oder aus ihren Hüllen vollständig gelösten, zeigten sich von glattem Rande begrenzt, und boten an ihrer Oberfläche wie in ihrem Innern nichts Ungewöhnliches dar; an ihnen musste also der Degenerationsprocess Halt gemacht haben. Aber trotzdem, dass hierdurch die Erwartung gesteigert wurde, eine Abweichung der zu- oder abtretenden Faser von ihrem sonstigen Verhalten zu finden, so habe ich eine Hinweisung hierauf auch bei eifrigst fortgesetztem Suchen darnach bisher doch nicht constatiren können. Mir ist an den Fasern, wo sie sich in unzweideutigem Zusammenhang mit einer Zelle darboten, keine Abweichung von ihrem gewöhnlichen Verhalten aufgefallen, und jene Degenerationskügelchen oder Pünktchen, die Courvoisier auch an diesen Fasern darstellt, habe ich niemals bemerken können. Ich müsste nach meinen Erfahrungen vielmehr behaupten, dass die Nervenfasern nur soweit sie doppelrandig und dunkel conturirt erscheinen, d. h. soweit sie eine Markscheide besitzen, den bekannten Formen der Fettdegeneration verfallen; und dass die blassen und gekernten Strecken, die in der Sphäre des Sympathicus die Verbindung dunkelrandiger Fasern mit den Zellen zu vermitteln scheinen, die Abtrennung von ihrem höher oben gelegenen Ernährungscentrum nicht durch so unzweideutige Alterationen zu erkennen geben. Die einzige Verände-

rung, die ich nach solchem Eingriff in der bezüglichen Nervenprovinz manchmal angetroffen habe, war die, dass jene querovalen Kerne, die an dem verschmälerten Nervenende den Abgang der sogenannten Spiralfaser vermitteln, in ihrer Grössenentwicklung zurückgegangen, und daher auch weniger dicht an einander gelagert, in gewissem Sinne also verschrumpft und verkümmert zu sein schienen. Veränderungen dieser Art förderten die Untersuchung dieses Nervenendes sehr wesentlich, und erleichterten die Einsicht in den Zusammenhang des Axencylinders mit der Zellensubstanz. Mussten sie aber von der vorausgeschickten Nervendurchschneidung abgeleitet werden, und reichen die Erfolge der letzteren nicht über die Ganglienzellen hinaus, so ist man zu dem Schluss genöthigt, dass die Spiralfaser das Ende der dunkelrandigen Chordafaser an der Ganglienzelle bezeichnet, dass sie also die hinzutretende, und der gerade Axencylinder die abgehende Faser bezeichnet. Ich würde hiernach diese Verhältnisse in einem Arnold (S. 40) und Courvoisier (S. 42 und 43) entgegengesetzten Sinne beurtheilen müssen; indessen kann ich diese Angelegenheit überhaupt noch nicht für erledigt ansehen.

Was endlich die von der peripherischen Seite des Lingualis herkommenden Nervenbündelchen betrifft, so habe ich mich in allen Fällen von Lingualisdurchschneidung davon überzeugt, dass sie aus eben solchen breiten und dunkelrandigen Fasern zusammengesetzt blieben, wie sie der Stamm des Lingualis oberhalb der Durchschneidung darbot. Es konnten diese Fasern aber wegen ihrer Unversehrtheit trotz der vorangegangenen Trennung des Lingualis nicht von dem cerebralen Centrum des letzteren herkommen, und durften wegen ihrer beträchtlichen Durchmesser eben so wenig als sympathische von den Ganglien abzuleitende Elemente angesehen werden. Sie mussten vielmehr betrachtet werden als Elemente, die vom peripherischen Verbreitungsbezirk des Lingualis herstammen und zu den Ganglien hintreten, um durch Vermittlung der in diesen enthaltenen Zellen die an ihrem peripherischen Ende empfangenen Eindrücke auf die Drüse zu übertragen.

In Vorstehendem sind die Beziehungen der Chordafasern zu der Speicheldrüse nur auf anatomischem Wege untersucht worden; es mögen nun noch einige Ergebnisse erneuerter physiologischer Prüfung dieser Angelegenheit hier Platz finden.

Ich muss zuvörderst hervorheben, dass ich auch bei neuerdings wiederholter Prüfung der fraglichen Nerven an durch Curare vergifteten Thieren, eine Aenderung ihres Verhältnisses zum Secretionshergange nicht gefunden habe. Ich bin daher an der Ansicht festzuhalten genöthigt, dass diese Drüsennerven nicht in der sonstigen Weise centrifugalleitender cerebrospinaler Nervenfasern endigen, und dass der unleugbare Einfluss, den sie auf die Erweiterung der Blutgefässe der Drüse ausüben, nicht auf den unmittelbaren Beziehungen zu den muskulösen Elementen derselben beruhen könne. Hierbei ist übrigens bemerkenswerth, dass diese für die Unterkieferdrüse geltenden Verhältnisse auf die Ohrspeicheldrüsen nicht Anwendung zu finden scheinen. Wittich nämlich (Virch. Arch. Bd. 37, S. 99) zieht aus der Erfahrung, dass die Parotis durch Reizung des Halssympathicus zu Steigerung ihrer Absonderung veranlasst wird, und dass nach Curarevergiftung dieser Erfolg ausbleibt, — vorausgesetzt dass sie unangefochten bleibt — mit Recht den Schluss, dass für die Innervation der Gland. submaxillaris andere Gesetze gelten als für die Parotis. Eine Verschiedenheit der Bedingungen für die Thätigkeit dieser beiden Drüsen dürfte ferner auch daraus zu erschliessen sein, dass die von Wittich in Bezug auf die Parotidensecretion beobachtete Erfolglosigkeit der Sympathicusreizung bei vollständiger Opiumnarcose, für die Glandula submaxillaris sicherlich nicht gilt. Denn die Mehrzahl meiner Versuche über die Nerven dieser letzteren Drüse habe ich an Thieren angestellt, die durch Opiuminjection in eine Vene in tiefen Schlaf versenkt waren, und niemals habe ich hierbei in der Wirksamkeit dieser Nerven, im Vergleich mit den an nicht narcotisiren Thieren wahrgenommenen Erscheinungen, irgend eine Aenderung bemerkt.

Der galvanische Reiz wirkt auf die Absonderung der Submaxillardrüse nicht blos bei Application an den Stamm des Lingualis vor Abgang der Chordafasern, oder auf die für die

Drüse abgezweigten Nervenbündel in ihrem ganzen Verlaufe bis zur Drüse hin, sondern ebensowohl auch bei unmittelbarer Anwendung auf die Drüse selbst. Dies scheint auf den ersten Blick nicht vereinbar mit der Ansicht, dass die Secretion von einer durch den erregenden Strom herbeigeführten Aenderung in den Ganglien der Drüsennerven abhängig sei. Denn es könnte aus jener Thatsache vielmehr gefolgert werden, dass die fraglichen Nerven ebenso wie die Muskelnerven auf ihrem ganzen Verlaufe die gleichen Beziehungen zu den von ihnen versorgten Organen behalten. Indessen, wenn die Analogie mit den centrifugalen Muskelnerven schon durch die Immunität unserer Nerven gegen Curare widerlegt wird, so findet der Erfolg der directen galvanischen Reizung der Drüsensubstanz seine vollständige Erklärung in dem Umstande, dass es auch im Innern der Drüse selbst an ihren Nerven nicht an Ganglien fehlt, und dass daher auch die bei directer Drüsenreizung gesteigerte Speichelabsonderung von einer Affection dieser Nervenzellen abgeleitet werden dürfte. Ob nach dem verschiedenen Orte solcher Erregung nicht auch in der Menge und Beschaffenheit des Speichels Modificationen eintreten, habe ich bisher noch nicht geprüft.

Dass die Chordafasern nicht in ununterbrochenem Verlaufe die Drüse erreichen, lehrt ausser dem schon oben in dieser Beziehung Bemerkten auch folgende Erfahrung in überzeugender Weise. Wenn nach Durchschneidung des Lingualis seine für die Drüse bestimmten Zweige der Fettmetamorphose verfallen sind, so ist selbstverständlich eine durch sie bedingte Anregung der Drüsenthätigkeit nicht mehr möglich. Nach solchem Vorgange bleibt jegliche Reizung, sowohl des Lingualisstammes wie seiner Zweige, völlig wirkungslos. Es tritt hierin keine Aenderung ein, wenn der galvanische Reiz auch unmittelbar an die Drüse selbst applicirt wird. Da nun aber, wie oben erwähnt wurde, die Fettdegeneration nicht den ganzen Verlauf der Drüsennerven betrifft, vielmehr an den Ganglien ihr Ende erreicht, so dass fast nur unversehrte, den normalen Verhältnissen ganz entsprechende gelatinöse Fasern schliesslich in die Drüse eintreten, — so geht daraus mit Evidenz hervor, dass

diese Drüsennerven an und für sich nicht im Stande sind einen anregenden Einfluss auf die Secretion auszuüben, dass sie zu solcher Leistung nur durch Impulse befähigt werden, die von der Seite des Lingualis her und unter Vermittlung von Ganglien ihnen zugeleitet werden.

Wenn der Einfluss der Nerven auf die Drüse völlig eliminirt wird, und zwar in der Weise, dass der Lingualisstamm in der Mundhöhle, und der gemeinsame Stamm des Sympathicus und Vagus hoch oben am Halse durchschnitten werden, so hört die Absonderung in der Drüse nicht ganz auf, aber sie wird auf ein Minimum einer klaren, wasserhellen alkalischen Flüssigkeit reducirt, deren Menge und Beschaffenheit durch Galvanisirung der sonst so einflussreichen Nerven keine Aenderung erfährt. Dieser Erfolg war bei mehreren zwischen 16 bis 24 Tagen währenden Versuchen immer derselbe, und lehrt, dass die durch jene Durchschneidung und deren Folgen nicht alterirten Nervenganglien zwar als Centra der Speichelsecretion angesehen werden können, dass dieselben aber zur vollständigen Durchführung ihrer Aufgabe der Anregung von Aussen her bedürfen. Zugleich findet nach solcher Aufhebung des Nerveneinflusses eine sichtliche Ernährungsstörung der Drüse und ein Verschrumpfen und Erweichen derselben Statt. Beispielsweise führe ich an, dass bei einem sehr grossen Hunde von 25 Kgrm. Körpergewicht, an dem vor 20 Tagen die genannten Nerven auf der linken Seite durchschnitten worden waren, dieser Unterschied ganz besonders auffallend hervortrat: auf der operirten Seite war das Organ wohl um die Hälfte verkleinert und ungewöhnlich weich, während die Drüse der rechten Seite in der gewöhnlichen Weise derb und fest sich ausnahm. Der Gewichtsunterschied der beiden von anhängendem Bindegewebe möglichst befreiten Organe war demgemäss auch sehr bedeutend: die Drüse der rechten Seite wog 15,5 Grm., die dagegen der linken Seite nur 8,7 Grm. Dieser letzterwähnte Erfolg scheint besonders der Trennung des Sympathicusstammes zugeschrieben werden zu müssen, da Durchschneidung des Lingualis allein in ungleich geringerem Maasse eine Verminderung des Drüsengewichts herbeiführte. Wenn Bernard (Journ. de

l'anat. et de la physiol. 1864. p. 512) gefunden haben soll, dass nach Durchschneidung der zur Drüse sich begebenden Nerven eine continuirliche Secretion beginne, die erst nach 5—6 Wochen völlig aufhöre, so weiss ich diese Angabe mit meinen Versuchsergebnissen nicht in Einklang zu bringen.

Die auf die anatomischen Verhältnisse unserer Drüsennerven und besonders auf die Anwesenheit einer peripherischen Wurzel des Ganglion submaxillare gegründete Vermuthung, dass auch ohne Theilnahme des cerebralen Centrums eine Irritation der Zungenschleimhaut sich auf die Drüsennerven übertragen und dadurch Speichelabsonderung bedingen könne, habe ich wiederholentlich experimentell zu prüfen gesucht. Ich habe zu solchem Zweck oberhalb des Abganges der Chordafasern den Stamm des Lingualis durchschnitten, und jedes Mal zuvörderst davon mich überzeugt, dass Reizung des peripherischen Durchschnittsendes profuse Speichelabsonderung derselben Seite erregte. Wenn aber hierauf die Zungenschleimhaut in der verschiedenartigsten Weise, auch nach Kühne's Empfehlung mit starken Inductionsschlägen oder durch Uebergiessen von Aether gereizt wurde, so konnte ich niemals vermehrten Speichelaustritt aus einer in den Wharton'schen Gang derselben Seite eingebundenen Kanüle bemerken. Ich habe ferner nicht minder oft den hoch oben durchschnittenen Lingualisstamm in seinem weiteren Verlaufe zur Zunge hin blosgelegt, und die stromzuführenden Dräthe mit diesem peripherischen Theil des Nerven überbrückt. Ein reichlicher Speichelerguss aus der betreffenden Röhre blieb unter solchen Umständen niemals aus. Aber selbstverständlich durfte derselbe nicht ohne Weiteres auf einen durch das Ganglion vermittelten Reflexvorgang bezogen werden, da eine secundäre Erregung der centrifugalen Chordafasern durch die galvanische Irritation der mit ihnen zu einem Stamm verbundenen centripetalen Lingualiselemente nahe lag. Es mussten daher Allem zuvor die Chordafasern ausser Wirksamkeit gesetzt werden. Dies erreichte ich dadurch, dass ich von der Mundhöhle aus den Lingualis durchschnitt und nach 16—20 Tagen, wo an der Degeneration sämmtlicher vom cerebralen Centrum getrennten Fasern nicht gezweifelt werden konnte, in

der Regio submaxillaris den N. lingualis und den Wharton'schen Gang frei legte. Aus der in den letzteren eingefügten Kanüle fand, wie nicht anders erwartet werden konnte, bei Reizung des Lingualis oberhalb des Abganges der Chordafasern kein vermehrter Speichelausfluss Statt. Aber eben so wenig zeigte sich ein solcher, wenn nunmehr auch die Strecke des Lingualis unterhalb des Abganges der Drüsennerven armirt wurde, obgleich hierbei die unversehrte peripherische Wurzel des Ganglions von den Inductionsströmen mitgetroffen werden musste. Eine genügende Erklärung für diesen mangelnden Erfolg vermag ich nicht zu geben; ich muss nur bemerken, dass derselbe mich zu wiederholter anatomischer Prüfung jener peripherischen Wurzel veranlasste, und dass ich hierbei Nichts zu finden vermochte, was geeignet gewesen wäre, die genannte Deutung dieser feinen Nervenbündelchen zu erschüttern. Jedenfalls wird erst durch Ermittelung dieser peripherischen Wurzel zum Ganglion submaxillare die Erfahrung Bernard's, dass ohne Theilnahme des cerebralen Centrums eine Verbindung zwischen dem Geschmacksorgan und der Submaxillardrüse bestehe, verständlich werden.

Obgleich die Aufgabe, die ich mir bei meinen Speicheluntersuchungen gestellt hatte, zunächst nur darin bestand, die Einwirkung der bezüglichen Nerven auf die Glandula submaxillaris näher kennen zu lernen, so lag es doch nahe, auch die Glandula sublingualis in den Kreis der betreffenden Experimente hineinzuziehen. Es forderte hierzu nicht allein der Umstand auf, dass die in die Träubchen der letzteren Drüse eintretenden Nerven aus denselben Quellen herstammen wie die Nerven der Submaxillardrüse, sondern ebensowohl die nahe Nachbarschaft der bezüglichen beiden Ausführungsgänge. Wiederholentlich habe ich daher neben dem Duct. Whartonianus auch den Duct. sublingualis mit einer Kanüle versehen. Beim Eröffnen desselben wurde gewöhnlich ein Tröpfchen einer ganz wasserhellen, niemals getrübt erscheinenden überaus zähen Masse hervorgedrängt. Einen Einfluss der für die Submaxillardrüse so wirksamen Nerven auf das Secret der Sublingualis habe ich nicht beobachten können; von reichlicherer Menge des heraus-

tretenden Secrets, von dünnflüssigerer Beschaffenheit desselben habe ich nie etwas bemerkt. Während der gewöhnlich ein Paar Stunden umfassenden Dauer eines jeden dieser Versuche geschah es aber wohl, dass die in den Duct. sublingualis eingebundene Kanüle sich mit Secret füllte. Es war dies immer eine überaus zähe, auf einer Glasplatte kaum haftende und dieselbe fast gar nicht netzende, ganz wasserklare Masse, die bei entschieden alkalischer Reaction unter dem Mikroskop in einer krystallhellen Grundlage drusenartig zusammengeballte, sehr dunkelconturirte, kugelige und undurchsichtige Molekeln darbot, in denen eine peripherische Randschicht und ein kernartiges Innere unterschieden werden konnten (Leucin?). Zu einer weiteren chemischen oder physiologischen Prüfung blieb die Menge dieses Secrets bei jedem Versuch unzureichend.

Die geringe Menge Speichel, welche 16 — 20 Tage nach Durchschneidung des Lingualisstammes aus dem Wharton'schen Gange gewonnen werden konnte, unterschied sich gewöhnlich sehr bedeutend von dem sonst zu Tage tretenden Secret. Es war, ähnlich dem Sympathicusspeichel, eine weissliche, grau getrübte, einer zerhackten Gallerte ähnliche, nur lose zusammenhängende Masse von alkalischer Reaction, die unter dem Mikroskop eine Menge kleiner undurchsichtiger, theils körnchenartiger, theils stäbchenförmiger Molekeln zeigte, unter denen auch ähnliche drusenartige Gruppen zusammengeballter Kugeln auftraten, wie sie so eben vom Sublingualspeichel erwähnt wurden. Bei Essigsäurezusatz trat aus allen jenen Molekeln starke Gasentwicklung ein, und sie wurden blasser, ohne jedoch zu verschwinden. Für die Ableitung jener gallertartigen Massen von den Drüsenzellen spricht ausser ihrer Form wohl noch der Umstand, dass sie durch Karmin in sehr energischer Weise tingirt wurden (Heidenhain, medic. Centralblatt 1866, Nr. 9). Bei den oben erwähnten Querschnitten durch die Drüsennerven, bei denen auch die nahe anliegenden Speichelgänge getroffen werden mussten, waren die letzteren von einem gallertartigen Inhalte erfüllt, der von der zugesetzten Karminlösung ganz gleichmässig und ebenso intensiv geröthet war, wie die Kerne der benachbarten Nervenzellen, auch die Bindegewebskörperchen

oder andere kernartige Bildungen. Die mit der Vernichtung der Chordafasern wegfallende Steigerung der Circulation und Transsudation in der Drüse beschränkt die secretorische Thätigkeit auf die Umwandlung der Zellen und ihres Inhaltes, und in dem spärlichen aber concentrirten Product dieser Action tritt die Karmintinction eben deshalb so entschieden hervor, während in dem diluirten Chordaspeichel die Menge der Zellenderivate verschwindend klein ist.

Erklärung der Kupfertafel.

(Sämmtliche Figuren sind vom Stud. med. A. Bidder nach der Natur gezeichnet.)

Fig. 1. Abgespaltenes Stück des Lingualisstammes mit sämmtlichen Wurzeln des einfachen Gangl. submaxillare; 120fache Vergrösserung der Elementarformen; das ganze Bild der Raumersparniss wegen beträchtlich reducirt. *a* centrale, *b* peripherische Seite des N. ling., *c* centrale Wurzeln, *d* peripherische Wurzel des *e* gangl. submaxill., *f* Drüsennerven.

Fig. 2. Ein ähnliches Präparat mit mehreren von einander getrennten Ganglienhaufen; 60fache Vergrösserung, beträchtliche Reduction. Bezeichnung wie Fig. 1.

Fig. 3. Zwei in ein Nervenbündel eingebettete, in eine gemeinsame Scheide eingeschlossene, birnförmige Zellen, deren beide Enden unmittelbar an einander zu stossen scheinen; opponirte Stellung. Vergrösserung 300.

Fig. 4. Bipolare Nervenzelle, die von dem einen Pole zwei dicht neben einander liegende Axencylinder entsendet; von dem zwischen deren Anfange sichtbaren Kern und den beiden zur Seite liegenden feinen gekernten Fasern bleibt es zweifelhaft, ob sie Reste von Spiralfasern sind oder zu der Nervenscheide gehören; die innere Begrenzung der letzteren ist durch den die Zelle umgebenden Contour angedeutet. Vergrösserung 300.

Fig. 5. Ein ungewöhnlich lang erhaltener, scheinbar nackter, und doch mit Kernen versehener Axencylinder lässt sich durch die Substanz der Zelle hindurch bis zum Kern derselben verfolgen. Von dem Kernkörperchen gehen vier Fäden aus, von denen zwei über den Zellenumfang hinaus bis in den Raum reichen, der zwischen der Zelle

und ihrer Scheide sichtbar ist. An der Abgangsstelle des Axencylinders finden sich mehrere querovale, staffelartig angeordnete Kerne, deren unterster in einen Faden (Spiralfaser) sich fortsetzt.

Fig. 6. Aehnliches Präparat wie das vorhergehende, mit fünf theils vom Kern theils vom Kernkörperchen ausgehenden Fäden.

Fig. 7. Eine wahrscheinlich bipolare Zelle, die aber mit dem einen Zellenfortsatz auch einen Theil ihrer Substanz eingebüsst hat; von den gewöhnlich mehrfachen aus dem Kernkörperchen entspringenden Fäden ist ein einziger geblieben, der zwar über eine längere Strecke erhalten, aber ohne Zweifel aus seiner natürlichen Lage und seinen Verbindungen herausgezerrt ist.

Fig. 8. Eine ähnliche Zelle wie die vorhergehende; ein Fortsatz scheint dicht neben dem Kern abgerissen zu sein; auch hier geht aus dem Kernkörperchen ein einziger Faden heraus.

Fig. 9. Bipolare Zelle, an jedem Pol einen Axencylinder und Reste der Spiralfaser darbietend; mehrere von dem Kern ausgehende umspinnende Fäden.

Fig. 10. Bipolare Zelle; der eine Fortsatz durch ein Paar querovale Kerne ausgezeichnet, der andere zum Theil von der Zelle verdeckt, oder seitlich durch ihre Substanz bis in die Nähe des Kernes eindringend, und von einer Primitivscheide umgeben, die an dem Umfange der nackten Zelle plötzlich aufhört.

Fig. 11. Eine Zelle ringsum von ihrer Primitivscheide umgeben, deren innere Begrenzung angedeutet ist: von zwei Fasern, die die Scheide zu durchbohren scheinen, geht die eine von der Zellensubstanz aus (Axencylinder?), die andere wird aus zwei auf der Zelle aufliegenden Fäden gebildet (Netz der Spiralfaser?); beide Fasern sind kernhaltig, mehrfach um einander geschlungen, und in einer längeren Strecke zu verfolgen.

Die Figg. 5—11 sind bei 450facher Vergrösserung gezeichnet.

Dorpat, im December 1866.

Beiträge zur Kenntniss der Einwirkung der Elektricität auf das Protoplasma und die Bewegungserscheinungen desselben.

Von

Prof. E. Neumann zu Königsberg i. Pr.

Die folgenden Mittheilungen schliessen sich einem vor Kurzem in dieser Zeitschrift (Jahrg. 1865, Heft 6) von mir veröffentlichten kleinen Aufsatze an, in welchem ich die Veränderungen beschrieben habe, welche die rothen Blutkörperchen unter der Einwirkung von Inductionsströmen erleiden, und enthalten die Ergebnisse, zu welchen ich bei der Ausdehnung meiner Untersuchungen auf die farblosen Blutzellen und einige andere farblose Gebilde gelangt bin.

Ich gehe aus von den farblosen Körperchen des Froschblutes. Zur Untersuchung derselben benutzte ich meist Frösche, denen ich einige Tage vorher eine grosse Blutentziehung durch Durchschneidung einer Femoralarterie gemacht hatte. Ein Tropfen des durch die Operation sehr reich an farblosen Zellen gewordenen Blutes wurde zunächst in frischem Zustande zwischen die Elektroden auf das Objectglas aufgetragen und durchmustert. Die meisten Körperchen zeigten hierbei, begünstigt durch den freien Spielraum, welchen das durch die Stanniolelektroden emporgeschobene Deckglas ihren Bewegungen liess, sehr eclatante amöboide Formveränderungen in der bekannten Weise. Differenzen zwischen diesen contractilen Zellen zeigten sich nur in Betreff ihrer wechselnden Grösse und in der theils feineren, theils gröberen Granulirung ihrer Masse. Sehr leicht liess sich

von ihnen eine andere Art von Körperchen unterscheiden, welche gleichfalls stets in grösserer Zahl vorhanden waren, es waren dieselben regelmässig kreisrund, grobgranulirt, kleiner als jene und ohne jede sichtbare Formveränderung, offenbar dieselben Gebilde, welche Rindfleisch (Experimentalstudien über die Histologie des Blutes) als freigewordene Kerne rother Blutkörperchen zu betrachten geneigt ist, für welche Vermuthung ich allerdings keinen bestimmten Anhaltspunkt sehe. Das Verhalten dieser letztgenannten Elemente gegen den elektrischen Strom war, wie ich im Voraus bemerke, ein vollständig indifferentes, und beziehen sich daher die folgenden Angaben lediglich auf die amöboiden Zellen. Die Veränderungen, welche diese bei Durchleitung eines Stromes, dessen Stärke ich so wählte, dass nur geringe oder keine elektrolytische Erscheinungen eintraten, erleiden, sind sehr augenfällig. Sie bestehen im Wesentlichen darin, dass die Körperchen ihre Contractilität einbüssen und einen regelmässig kreisförmigen Contour annehmen. Diese Gestaltveränderung geht meist so allmählich von Statten, dass man den Vorgang bequem verfolgen kann. Man sieht, wie die vorgeschobenen Spitzen und Fortsätze der Körperchen sich allmählich einziehen, flacher und breiter werden und zuletzt in das Niveau der Hauptmasse ganz zurücktreten; auf dieselbe Weise verschwinden alle kantigen, eckigen Unregelmässigkeiten des Contours und zwar die einen langsamer, die anderen rascher, so dass man öfter in einem gewissen Stadium der Umwandlung das Körperchen an der einen Seite bereits kreisförmig abgerundet, an der anderen noch unregelmässig zackig sieht. Bisweilen ereignet es sich auch, dass ein langausgezogenes Körperchen sich anfänglich nicht zu einer einfachen runden Kugel zusammenballt, sondern dass es zu zwei, drei kleineren Kugeln sich zusammenzieht, die jedoch, wie es scheint, immer durch feine Verbindungsstränge untereinander zusammenhängen und sich meistens zuletzt doch zu einer einzigen Kugel vereinigen. Auch im Uebrigen erscheint das Aussehen der amöboiden Zellen während dieses Formwechsels bei genauerer Betrachtung etwas verändert, ihr mattglänzender, fast fettähnlicher Reflex verliert sich, sie werden, indem ihr Lichtbrechungsvermögen

abzunehmen und sich dem des umgebenden Mediums zu nähern scheint, heller und durchsichtiger und zwar um so mehr, wenn, wie es später immer geschieht, die aus ihnen entstandene Kugel an Volumen zunimmt, gleichsam aufquillt. Auf diese Veränderung der Lichtbrechung dürfte auch das nunmehr deutliche Hervortreten des oder der ursprünglich unsichtbaren oder wenigstens nur matt durchschimmernden runden Kerne mit glänzenden Kernkörperchen beruhen. Endlich macht sich der Einfluss der Elektricität in Bezug auf die in der Masse der Körperchen eingeschlossenen Körnchen, mögen dieselben von feinerer oder gröberer Art sein, dahin geltend, dass dieselben gleichfalls mit schärferen Umrissen hervortreten und in eine trägere oder lebhaftere Molecularbewegung gerathen, welche ihnen ursprünglich gänzlich abging. Selten sind die Körnchen hierbei gleichmässig in allen Theilen der Kugel verbreitet, sondern in der Regel in der Art angeordnet, dass sie in der Nähe der Kerne am dichtesten gehäuft sind und die peripherischen Theile der Kugel mehr oder weniger vollständig freilassen, so dass ein mehr oder weniger breiter vollständig hyaliner Saum die körnigen Theile umschliesst. Das Phänomen der Molecularbewegung ist stets am deutlichsten wahrnehmbar an den zerstreuten Körnchen, welche an diesen hyalinen Saum angrenzen; je dichter ihre Anhäufung, je näher also deren Lage dem Kerne, desto träger ist ihre Bewegung.

Eine weitere, unser Interesse um so mehr in Anspruch nehmende Erscheinung, als durch sie die Analogie mit dem Verhalten der rothen Blutkörperchen gegen die Inductionsströme augenfällig wird, ist das Zusammenfliessen der geschilderten Kugeln untereinander, eine Erscheinung, die uns ohne Weiteres berechtigt, dieselben als Gebilde von flüssigem Aggregatzustande, als Tropfen zu bezeichnen. Das Zusammenfliessen erfolgt immer momentan, man sieht, falls man das Glück hat, den Moment abzupassen, wie plötzlich aus zwei sich berührenden Kugeln eine einzige von entsprechend grösseren Dimensionen entsteht; ich habe wenigstens nie jene bisquit- oder semmelförmigen Figuren gesehen, welche an den rothen Blutkörperchen im Verlaufe der hier allmählicher erfolgenden Verschmelzung hervor-

gehen. Auch nach geschehener Vereinigung dauert die Molecularbewegung ungeschwächt fort, scheint sogar öfters noch lebhafter zu werden, namentlich gilt dies wiederum für die mehr zerstreuten, peripherisch gelegenen Körnchen, welche man in weiten Excursionen in die hyalinen Randpartieen ausschwärmen sieht. Aber nicht nur untereinander fliessen die von den farblosen Zellen entstandenen Tropfen zusammen, sondern ebenso mit den rothgefärbten Tropfen, welche aus den farbigen Blutkörperchen hervorgegangen. Es entstehen auf diese Weise wiederum regelmässig runde grössere Tropfen, deren Genese aus heterogenen Elementen sich anfänglich noch deutlich dadurch markirt, dass sie einestheils röthlich gefärbt und homogen, anderntheils farblos und granulirt erscheinen. Ausserdem giebt sich in ihnen auch immer unverkennbar die verschiedene Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Kerne kund, die aus den rothen Blutkörperchen stammenden sind oval und von starkem Glanze, die Kerne der farblosen Zellen rund und glanzlos bis auf ihre Begrenzungslinie und das in ihnen enthaltene Kernkörperchen. Der gefärbte homogene Theil dieser Tropfen geht übrigens immer ohne scharfe Grenze allmählich in den farblosen und granulirten über und später verliert sich dieser Unterschied ganz, theils durch die eintretende Diffusion des Blutfarbstoffes, theils durch die Verbreitung der Körnchen fast über die ganze Ausdehnung des Tropfens, wobei die Molecularbewegung derselben wesentlich begünstigend zu wirken scheint. Letztere nimmt nämlich in dem Maasse, als die Vermischung erfolgt, augenscheinlich an Lebhaftigkeit zu, denn es zeigen diejenigen Körnchen, welche in die gefärbte Masse der rothen Körperchen hineingerathen sind, immer ergiebigere Schwingungen als vorher, so lange sie noch in dem farblosen Theile sich befanden.

Mit den beschriebenen Erscheinungen sind, soviel ich gesehen habe, die morphologischen Veränderungen, welche die farblosen Blutkörperchen unter dem Einfluss der Inductionsströme erleiden, erschöpft; namentlich muss ich bemerken, dass, wenn dieselben auch mit längerer Dauer der Einwirkung blasser und in ihren Umrissen schwieriger kenntlich werden, ich doch glaube behaupten zu dürfen, dass sie sich nicht gänzlich auf-

lösen und verschwinden, ebenso wie dasselbe für die rothen Blutkörperchen gilt. Ich habe mich hiervon besonders deutlich überzeugt, wenn ich Essig- oder Phosphorsäure zu dem Blute hinzufügte, nachdem scheinbar alle in ihm enthaltenen Körperchen vollständig aufgelöst waren. Durch die Einwirkung dieser Säuren traten sofort die Umrisse jener tropfenförmigen Gebilde als dunkle, glänzende Linien in grosser Schärfe hervor. Denselben Einfluss übt übrigens auch, obwohl in geringerem Grade, die sich aus dem Blute durch die Elektrolyse am positiven Pole abscheidende Säure. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um einen an der Oberfläche jener eintretenden Gerinnungsprocess.[1]

Besonders schön lässt sich die beschriebene Reihe von Veränderungen durch Inductionsströme an den farblosen Blutzellen auf dem von Max Schultze angegebenen heizbaren Objecttisch beobachten, wenn man denselben auf 30 — 40° erwärmt. Es treten dieselben alsdann nicht nur schneller ein, als bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, sondern gehen auch in viel grösserem Maassstabe vor sich, so dass ganze Gruppen von Zellen sich zu einer leicht beweglichen, flüssigen Masse vereinigen.[2]

---

1) Da A. Böttcher neuerdings in seinen „Untersuchungen über die rothen Blutkörperchen der Säugethiere“ (Virchow's Archiv, Bd. XXXVI, p. 356) die Behauptung aufgestellt hat, dass die rothen Blutkörperchen im Säugethierblut Kerne besitzen und dass diese nach Behandlung des Blutes mit Aether, Chloroform, verdünnten Säuren und Alkalien, sowie beim Gefrieren und anderen Behandlungsmethoden allein zurückbleiben, so dürfte es nicht überflüssig sein zu bemerken, dass die farblosen, ohne Zuhülfenahme der oben genannten Reagentien schwer sichtbar zu machenden Scheiben, welche nach Behandlung von Säugethierblut durch Inductionsströme als Reste der rothen Körperchen hinterbleiben, jedenfalls nicht als Kerne, sondern als die entfärbten Massen der Blutkörperchen selbst gedeutet werden müssen. Es lehrt dies der Vergleich mit den Froschblutkörperchen, von denen es nicht zweifelhaft sein kann, dass nicht die Kerne allein, sondern die Kerne mitsammt der entfärbten und veränderten Substanz der Blutkörperchen selbst der Zerstörung entgehen.

2) Dasselbe gilt für die Umwandlung der rothen Blutkörperchen. So habe ich im Säugethierblute, welches bei gewöhnlicher Temperatur

Ich stellte nunmehr weiterhin Versuche an mit den farblosen Blutzellen des Säugethier- und Menschenblutes, mit frischen Eiterzellen aus dem Humor aqueus der Frösche nach Aetzung der Cornea, sowie mit frischen Eiterzellen der Vesicatorflüssigkeit. Die Untersuchung geschah mit Vermeidung jedes weiteren Zusatzes in dem natürlichen Flüssigkeitsmedium der Zellen. Die Wirkung der Elektricität zeigte sich hier überall in ganz ähnlicher Weise, wie so eben von den farblosen Froschblutzellen angegeben: Verlust der Contractilität und des Glanzes, Umwandlung in kreisrunde tropfenförmige Gebilde, oft sehr deutliche Molecularbewegung (welche ich in der contractilen, unveränderten Zelle nie habe wahrnehmen können), bisweilen Confluenz benachbarter Tropfen zu einem grösseren. Aelterer aus Pusteln, Abscessen u. s. w. stammender Eiter zeigte sich dagegen indifferent und bemerkte ich nur ein Austreten eiweissartiger Tropfen aus den Eiterzellen bei Application der Ströme.

Vergleichen wir diese Beobachtungen mit den Erfahrungen, welche Bruecke (Sitzungsb. d. Wiener Akad. Bd. 45, p. 629. „über die Molecularbewegung in thierischen Zellen, insonderheit in den Speichelkörperchen") bei Behandlung von Speichelkörperchen mit Inductionsströmen machte, so zeigt sich eine wesentliche Differenz. Bekanntlich fand nämlich Bruecke, dass diese Gebilde durch die elektrischen Schläge eines Magnetelektromotors ihrer Molecularbewegung beraubt würden, wobei viele derselben in der Weise zerplatzten, dass sie plötzlich einen Theil ihrer Körpermasse hervorschiessen liessen, indem sie selbst collabirten und eine unregelmässig eckige Gestalt annahmen. Die ausgestossenen Körner tummelten sich anfänglich munter herum, zu kleinen Gruppen vereinigt, bis sie alsbald, ebenso wie die in den Körperchen zurückgebliebenen, zur Ruhe kamen. Diejenigen Körperchen, bei welchen diese Explosion nicht stattfand, behielten dagegen ihren runden Contour. Diese

---

sehr wenig geneigt ist, seine Körperchen unter der Einwirkung der Inductionsströme zusammenfliessen zu lassen, diesen Vorgang auf dem heizbaren Objecttisch sehr constant und ausgedehnt eintreten sehen.

abweichenden, ja zum Theil den meinigen entgegengesetzten Resultate Bruecke's an Gebilden, welche mit den von mir untersuchten farblosen Blut- und Eiterzellen jedenfalls im allernächsten Verwandtschaftsverhältnisse stehen, mussten meine Aufmerksamkeit natürlich in hohem Grade erregen und mich auffordern, dem Grunde dieser Differenz nachzuforschen. Ich wiederholte zunächst Bruecke's Versuche und konnte die Richtigkeit seiner Angaben leicht bestätigen. Es ergaben sich mir hierbei jedoch einige von Bruecke nicht erwähnte Umstände, auf welche ich einigen Werth für die Erklärung der Erscheinungen legen möchte. Erstlich nämlich findet bei den durch die Ströme ihrer Molecularbewegung beraubten Speichelkörperchen, wie ich finde, constant noch eine andere Veränderung statt, nämlich eine Aenderung ihres Lichtbrechungsvermögens in der Weise, dass der matte opalescirende Glanz, den die Speichelkörperchen im unveränderten Zustande besitzen, so lange die Molecularbewegung in ihnen fortdauert, verschwindet und dass in Folge dessen ihre Masse viel durchsichtiger, hyaliner wird und Kerne sowohl als Körnchen viel deutlicher, distincter hervortreten lässt. Diese Veränderung, in Verbindung mit einer öfters zur Erscheinung kommenden unregelmässigen Einfaltung der Contoure, hat zur Folge, dass das ursprünglich einem prallgefüllten Bläschen ähnliche Körperchen jetzt eher einem leeren collabirten Bläschen gleicht. Zweitens glaube ich in Betreff des von Bruecke gefundenen Unterschiedes im Verhalten der Speichelkörperchen gegen die Ströme, dass ein Theil derselben platzte, der andere nicht, behaupten zu dürfen, dass die Concentration der Speichelflüssigkeit von wesentlichem Einfluss auf das Auftreten des einen oder des anderen Modus der Einwirkung ist. Ist der Speichel unverdünnt, so beobachtete ich das Platzen nur ausnahmsweise; setzte ich Wasser zu, so wurde es Regel. Es scheinen mir demnach die Speichelkörperchen durch eine mehr als gewöhnliche auf Imbibition beruhende Quellung, welche sich freilich der mikrometrischen Messung entzieht, zu dem Platzen bei elektrischer Behandlung vorzugsweise disponirt zu werden. Drittens habe ich in einem ausnahmsweisen Falle mit Bestimmtheit wahrnehmen können,

wie zwei aneinanderstossende Speichelkörperchen zu einer grossen Kugel zusammenflossen. Leider konnte ich in diesem ausnahmsweisen Falle mich wegen vorgerückter Tageszeit nicht darüber vergewissern, ob die zusammenfliessenden Körperchen bereits ihrer Molecularbewegung und ihres Glanzes beraubt waren oder ob dieselben noch fortbestanden. Aus später anzuführenden Gründen muss ich letzteres für mindestens sehr wahrscheinlich halten.

Die letzte Beobachtung hatte mir gezeigt, dass der Unterschied in der Wirkung elektrischer Ströme auf die farblosen Blut- und Eiterzellen einerseits und auf die Speichelkörperchen andererseits kein durchgreifender sei, indem an letzteren dieselbe Erscheinung des Zusammenfliessens ausnahmsweise sich darbot, die ich bei jenen so gewöhnlich beobachtet hatte. Weitere Versuche lehrten mich, dass sich die Wirkung auf die farblosen Blut- und Eiterzellen leicht in der Weise modificiren liess, dass sie nunmehr die vollständigste Uebereinstimmung mit dem Verhalten der Speichelkörperchen zeigte, es bedurfte nämlich nur eines Zusatzes von Wasser zu dem Blute resp. Eiter. Nur ausnahmsweise trat alsdann das Zusammenfliessen der Zellen ein und in diesen Fällen dauerte auch die Molecularbewegung fort, in der Regel collabirten die Zellen mit Verlust ihrer Molecularbewegung; bei sehr starkem Wasserzusatz trat unter Einwirkung des Stromes ein Zerplatzen ein. Eine Uebereinstimmung mit den Speichelkörperchen, die übrigens Bruecke bereits bei Versuchen mit verdünntem Blute und Eiter fand, kann in der That kaum überraschen, wenn man sieht, dass die farblosen Blut- und Eiterzellen durch Wasserzusatz Speichelkörpern so ähnlich werden, dass ich kaum ein Unterscheidungszeichen wüsste; dieselbe kreisrunde Form, derselbe Mangel an Contractilität, dieselbe lebhafte Molecularbewegung traten auf, und gewiss lässt sich gegenwärtig der Gedanke, dass die Speichelkörperchen unter dem Einflusse der diluirten Mundflüssigkeiten veränderte contractile Elemente und somit den durch Wasserzusatz veränderten farblosen Blut- und Eiterzellen wirklich identisch sind, um so weniger abweisen, seitdem Heidenhain (Centralbl. f. medicin. Wissenschaften 1866, Nr. 9,

vgl. auch das Referat über Schlüter: Diss. de glandulis salivalibus. Vratislaviae. in Henle's u. Pfeufer's Jahresbericht für 1865, p. 16) in dem Secrete der Speicheldrüsen bei Thieren eine Quelle derartiger aus contractilem Protoplasma bestehenden Zellen nachgewiesen und gefunden hat, dass dieselben durch Wasserzusatz Speichelkörpern durchaus ähnlich werden.

Wir dürften hiernach also berechtigt sein, unsere Beobachtungen über die Einwirkung von starken Inductionsströmen auf das Protoplasma in folgenden zwei Sätzen zu formuliren:

1. Das frische, unveränderte Protoplasma wird durch starke Inductionsströme verflüssigt, nimmt die Form eines runden Tropfens an und es tritt Molecularbewegung in ihm auf.

2. Das durch Wasserzusatz der Fähigkeit, seine Form zu verändern, beraubte und mit Molecularbewegung versehene Protoplasma dagegen wird durch elektrische Ströme seiner Molecularbewegung verlustig; es tritt dabei entweder ein einfaches Collabiren (bei geringerem Wasserzusatz) oder ein Bersten desselben ein (bei stärkerem Wasserzusatz).

Diese Sätze machen keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit, sie sollen nur dasjenige Verhalten der Zellen bezeichnen, welches als Regel zu betrachten ist. Ausnahmen von dieser Regel sind bereits oben erwähnt und sie dürften sich bei weiterer Ausdehnung der Untersuchungen auf andere aus Protoplasma bestehende Zellen in noch grösserer Zahl ergeben, da wir wohl annehmen dürfen, dass das Protoplasma der verschiedenen Zellenspecies nicht völlig identisch ist, auch wohl gewisse individuelle Verschiedenheiten der einzelnen Zellen sich geltend machen dürften.

Fragen wir nach einer Erklärung dieser Erscheinungen, so versteht es sich von selbst, dass wir uns damit auf einen sehr unsicheren Boden begeben, und dass Alles, was sich in dieser Beziehung sagen lässt, nur mehr oder weniger hypothetisch sein kann. Die nächstliegende Frage wäre die: Handelt es sich in dem einen oder dem anderen Falle um eine vitale Reaction des Protoplasma gegen den elektrischen Reiz? oder, um es bestimmter auszudrücken, handelt es sich um eine durch den Strom hervorgerufene vitale Contraction des Protoplasma? Ich

glaube diese Frage mit Bestimmtheit verneinen zu dürfen. Zwei Erscheinungen sind es, welche zu einer solchen Annahme verführen könnten: 1) die Abrundung des contractilen Protoplasma, 2) die Berstung des durch Wasserzusatz veränderten Protoplasma bei Einwirkung der Ströme. Die erstere hätte man nur dann ein Recht, als Contractionsphänomen zu deuten, wenn nach Aufhören des elektrischen Reizes die früheren amöboiden Formveränderungen wieder aufträten, was nie der Fall ist. Sie findet ausserdem ihre genügende Erklärung in der aus der Confluenz der einzelnen Zellen sich zweiffellos ergebenden Verflüssigung ihrer Masse, denn jede flüssige, in einer anderen Flüssigkeit suspendirte Substanz, strebt ja darnach, eine runde Tropfenform anzunehmen. Das Bersten des Protoplasma aber von einer Contraction desselben abzuleiten, ist ebenfalls nicht statthaft. Bruecke freilich ist zur Erklärung des Platzens der Speichelkörperchen dieser Ansicht zugeneigt, indem er an die bei gewissen Mollusken bekannte Erscheinung erinnert, dass sie auf Reize derartig sich plötzlich und gewaltsam zusammenziehen können, dass sie dabei Rupturen in ihrem eigenen Gewebe hervorbringen. Die Verhältnisse, unter welchen ich das Phänomen des Berstens zu Stande kommen sah, — nämlich nachdem das Protoplasma durch reichlichen Wasserzusatz verändert und des sichtbaren Ausdrucks seiner Vitalität, der amöboiden Formveränderungen, beraubt war, — dürfte dieser Ansicht wenig günstig sein und den Zweifel berechtigt erscheinen lassen, ob das Protoplasma in diesem Zustande überhaupt noch Vitalität besitze und zu Contractionen bei Einwirkung von Reizen fähig sei; wäre das Bersten des Protoplasma die Folge einer energischen, plötzlichen Contraction, so würde dasselbe natürlich viel eher zu erwarten sein, wenn der Strom auf das unveränderte, in seinem natürlichen Flüssigkeitsmedium befindliche, amöboider Formveränderungen noch fähige Protoplasma einwirkt. Da aber gerade unter letzteren Verhältnissen die genannte Erscheinung nicht eintritt, so dürfte die Annahme einer vitalen Contraction als Ursache derselben mit voller Bestimmtheit zurückzuweisen sein.

Wenn wir demnach berechtigt sind, zu behaupten, dass den

oben geschilderten Veränderungen der Zellen unter der Einwirkung elektrischer Ströme eine vitale Reaction auf den durch dieselben ausgeübten Reiz nicht zu Grunde liegt, so sind wir damit zur Erklärung derselben hingewiesen auf die chemisch-physikalischen Wirkungen der Elektricität und es würde sich demnach nunmehr darum handeln, zu erforschen, worin dieselben bestehen? Es schliesst diese Frage, wie ersichtlich, zwei verschiedene Probleme in sich ein: 1) worin bestehen die Veränderungen, welche die Substanz des Protoplasma unter der Einwirkung der Elektricität erleidet? und 2) auf welche Weise bewirkt die Elektricität diese Veränderungen? Ich bemerke von vornherein, dass ich glaube, auf die Beantwortung des letzteren Punktes, als auf ein eitles Bemühen, verzichten zu müssen und dass daher nur die erstere Frage Gegenstand der folgenden Erörterungen sein wird.

Wir haben gesehen, dass das contractile Protoplasma sich bei Hindurchleitung inducirter Ströme verflüssigt und es wird daher unsere nächste Aufgabe sein, zu erörtern, welche Veränderungen dieser Verflüssigung des Protoplasma zu Grunde liegen? Der normale Aggregatzustand des Protoplasma ist bekanntlich ein solcher, dass man ihn in Ermangelung eines besseren Ausdrucks nur mit der mangelhaften Bezeichnung „fest-weich“ belegen kann, und wir werden kaum fehlgehen, wenn wir denselben als bedingt ansehen durch eine innige Vermischung fester und flüssiger Bestandtheile, denn die zweite zur Erklärung dieses Aggregatzustandes mögliche Annahme, dass das Protoplasma vielmehr eine (abgesehen von Kernen und Körnchen) in sich homogene zähflüssige Substanz sei, dürfte Angesichts der Erscheinungen der Contractilität, welche gebieterisch auf die Anwesenheit fester Bestandtheile als den Träger der Formveränderungen hinweisen, nicht aufrechtzuerhalten sein. Nennen wir nun in Uebereinstimmung mit dem von A. Rollett für die rothen Blutkörperchen eingeführten Sprachgebrauch die festen Bestandtheile des Protoplasma das Stroma desselben, die flüssigen die Protoplasmaflüssigkeit, so werden wir uns das Verhältniss beider zu einander so zu denken haben, dass das Stroma die Flüssigkeit theils in geschlossenen

Räumen mechanisch festhält, theils mit ihr durch die Kraft der Adhäsion verbunden ist, denn eine den ganzen Protoplasmaklumpen umschliessende membranöse Hülle, wie ich eine solche für die rothen Blutkörperchen gegentheiligen Behauptungen gegenüber glaube aufrechterhalten zu müssen, existirt sicher nicht. Von Wichtigkeit erscheint es mir ferner, darauf hinzuweisen, dass wir der Protoplasmaflüssigkeit jedenfalls eine derartige chemische Qualität werden zuschreiben müssen, dass sie mit dem umgebenden natürlichen Medium, also dem Blutplasma und verwandten Flüssigkeiten nicht mischbar ist, so dass eine Diffusion zwischen beiden ebensowenig eintreten kann, als eine Diffusion zwischen der Hämoglobinflüssigkeit der rothen Blutkörperchen und dem Blutplasma. Hieraus ergiebt sich aber ohne Weiteres, was bisher nicht genügend beachtet worden zu sein scheint, dass die Veränderungen, welche die aus Protoplasma bestehenden Zellen, sowie die rothen Blutkörperchen unter dem Einflusse eines Wasserzusatzes erleiden, nicht auf veränderten Diffusionsverhältnissen, sondern auf einer in Folge chemischer Veränderungen der Protoplasmaflüssigkeit oder des Protoplasmastroma oder beider eintretenden Diffusion beruhen. Gehen wir von dieser Auffassung des normalen Baues des Protoplasma aus, so werden wir nunmehr die Verflüssigung desselben unter der Einwirkung elektrischer Ströme von einer Verflüssigung des Stroma desselben abzuleiten haben und annehmen müssen, dass das verflüssigte Stroma mit der Protoplasmaflüssigkeit zu einem mit dem umgebenden Medium nicht mischbaren Flüssigkeitstropfen zusammenfliesst. Indem derselbe Vorgang auch das Stroma und die Membran der rothen Blutkörperchen betrifft, ist die Möglichkeit gegeben, dass auch letztere eine Vermischung mit den aus dem Protoplasma gebildeten Tropfen eingehen. Die abweichenden Erscheinungen, welche das durch Wassereinwirkung veränderte Protoplasma bei Durchleitung der Ströme erleidet, dürften dagegen ihre natürlichste Erklärung darin finden, dass die chemische Veränderung, welche, wie wir sahen, als nothwendige Folge des Wasserzusatzes statuirt werden muss, in einer Gerinnung oder, besser gesagt, da es sich um einen an sich festen Körper handelt, in einer Erstarrung

des Stroma sich äussert, in Folge deren dasselbe die Fähigkeit, durch elektrische Ströme sich zu verflüssigen, verliert und dass ferner eine Beschleunigung der durch den Wasserzusatz eingeleiteten Diffusion der Protoplasmaflüssigkeit durch die elektrischen Ströme angeregt wird. Je nach der grösseren oder geringeren Menge des zugefügten Wassers führt diese Diffusion entweder zu einer blossen Auslaugung des Stroma, indem dasselbe, der eingeschlossenen Protoplasmaflüssigkeit beraubt, den Glanz, welchen es derselben verdankt, verliert und collabirt, oder sie bewirkt ein Bersten des Stroma durch eine schnelle Volumszunahme, Quellung der Protoplasmaflüssigkeit. Dass eine solche Beschleunigung der Diffusion durch elektrische Ströme in der That herbeigeführt wird, dürfte folgender leicht anzustellender Versuch zweifellos machen, der zugleich wiederum die grosse Aehnlichkeit des Verhaltens der rothen Blutkörperchen mit dem des Protoplasma vor Augen führt. Wird zu einem Tropfen Frosch- oder Säugethierblutes so viel Wasser zugefügt, dass die rothen Blutkörperchen, ohne ihre Farbe einzubüssen, Kugelform annehmen, und leitet man nunmehr Inductionsströme durch den Tropfen hindurch, so tritt ein plötzliches, fast momentanes Erblassen der Blutkörperchen ein, indem ihr Blutfarbestoff in das umgebende Serum übergeht. Die bei unverdünntem Blute zu beobachtenden Erscheinungen der Formveränderung, des Zusammenfliessens, des Austretens der Kerne, welche hier in langsamer Aufeinanderfolge dem Erblassen der Körperchen vorhergehen, treten in unserem Falle entweder gar nicht oder in einzelnen ausnahmsweisen Fällen ein. Die unveränderten und die durch Wassereinwirkung veränderten rothen Blutkörperchen zeigen demnach dieselbe Differenz ihres Verhaltens gegen elektrische Ströme, wie wir es am Protoplasma gesehen haben, und die Annahme, dass das Stroma beider identisch, nur ihre flüssigen Bestandtheile verschieden seien, dürfte hiernach nicht unwahrscheinlich sein.

Was die Molecularbewegung betrifft, so muss ich mich nach meinen Beobachtungen den Bedenken, welche A. Böttcher (über die Molecularbewegung in thierischen Zellen nebst Bemerkungen über die feuchte Kammer, Virchow's Arch. XXXV,

p. 120) gegen die von Bruecke (a. a. O. sowie in dem Aufsatze „Die Elementarorganismen“, Schriften d. Wiener Akad. Bd. 44, p. 390) aufgestellte Ansicht, dass die Molecularbewegung der Speichelkörperchen durch vitale Contractionen in ihrem Inneren bedingt sei, erhoben hat, anschliessen, da ich die Speichelkörperchen für zellige Gebilde halte, welche, ebenso wie die Körperchen in mit Wasser verdünntem Eiter oder Blut, ihre Contractilität verloren haben, und wenn Bruecke die mit Molecularbewegung versehenen Speichelkörperchen als lebende, die ihrer beraubten als todte bezeichnet, so möchte ich vielmehr jene als im Absterben begriffen, diese als völlig abgestorben hinstellen. Jedenfalls liegt es näher, eine Erscheinung, welche in den Zellen erst auftritt, nachdem die unzweifelhaften Lebensäusserungen derselben, ihre spontanen Formveränderungen, aufgehört haben, als Todeszeichen denn als Lebensäusserung zu betrachten; wir könnten, wie mir scheint, letztere Auffassung nur dann festhalten, wenn sich nachweisen liesse, dass in den Speichelkörperchen die einfach physikalischen Bedingungen zum Auftreten der Molecularbewegung nicht vorhanden seien; dieser Nachweis ist jedoch nicht nur unmöglich, sondern das Gegentheil sogar sehr wahrscheinlich. Auch das Verhalten der Molecularbewegung zu Inductionsströmen kann nicht mehr als Beweis für die Entstehung derselben durch vitale Contractionen im Innern der Zellen gelten. Der von Bruecke gemachten Beobachtung, dass die Molecularbewegung der Speichelkörperchen durch Inductionsströme vernichtet wird, kann ich die Thatsache entgegenstellen, dass in Eiter- und farblosen Blutkörperchen gerade im Gegentheil Molecularbewegung durch Inductionsströme hervorgerufen wird und zwar unter gleichzeitigen Veränderungen dieser Zellen, welche jeden Gedanken an ein in ihnen noch bestehendes Leben ausschliessen. Die Erklärung für die eine wie für die andere Erscheinung muss demnach gesucht werden in den veränderten physikalischen Bedingungen, in welche die Körperchen durch die Inductionsströme versetzt werden; in dem einen Falle erhalten die in ihnen enthaltenen Körnchen durch die Verflüssigung des Stroma freien Spielraum für ihre Bewegungen, im anderen verlieren sie den-

selben, indem die flüssigen Bestandtheile des Protoplasma in die umgebende Flüssigkeit diffundiren und das blosse Stroma entweder einfach collabirt oder nach vorhergegangener Berstung zurückbleibt.

In naher Beziehung zu dem bisher abgehandelten Gegenstande stehen Versuche, welche ich in Betreff der Einwirkung elektrischer Ströme auf die Bewegungen der Samenkörper angestellt habe und die daher zum Schlusse hier ihre Stelle finden mögen. Es ist bekannt, dass die erwähnte Frage bereits frühere Untersucher beschäftigt hat; die Ergebnisse, zu welchen dieselben gelangten, lauten fast durchgehend negativ; so äussert sich Valentin (Grundriss d. Physiol. 3. Aufl. p. 586) dahin, dass „die noch so oft wiederholten Schläge des Magnetelektromotors die Bewegungen keineswegs stören". Ganz entsprechend ist die Angabe von Ludwig (Physiologie, Bd. II., p. 279). Ankermann, der im Jahre 1854 unter Leitung von v. Wittich in Königsberg seine Dissertation „de motu et evolutione filorum spermaticorum" verfasste und dieselbe später in Kölliker's und Siebold's Zeitschrift f. wiss. Zoologie (Bd. VIII., p. 129) in deutscher Uebersetzung veröffentlichte, führt gleichfalls an, dass „die intermittirenden galvanischen Ströme weder in das unverdünnte Sperma Leben brachten, noch in irgend einer Weise die Bewegungen der Fäden im verdünnten störten", und er fügt hinzu, dass eine Ausnahme hiervon nur bei elektrolytischen Wirkungen des Stromes stattfände, indem dann allerdings an den Polen, namentlich an dem positiven, durch die sich abscheidende Säure ein Stillstand der Bewegung einträte. Diesen Beobachtungen gegenüber steht, wie es scheint, nur die Angabe von Prévost und Dumas, dass der elektrische Schlag einer Leydener Flasche die Bewegungen der Samenkörper vernichte.

Meine eigenen Versuche beschränken sich vorläufig auf die Samenkörper des Frosches (Rana esculenta). Wie bereits Ankermann hervorgehoben, zeigen dieselben, in ihrer nativen Flüssigkeit untersucht d. h. wenn man die dem Hoden entquellende Flüssigkeit unmittelbar ohne weiteren Zusatz unter das Mikroskop bringt, fast nie eine Spur von Bewegung und es be-

darf daher immer eines Verdünnungsmittels, um die Bewegungen hervorzurufen. Als solches benutzte ich theils Serum des Froschblutes, theils destillirtes Wasser. Die Erscheinungen, welche bei der Wahl des einen oder des anderen dieser Media durch Inductionsströme hervorgerufen wurden, waren in so auffallender Weise verschieden, dass sie eine gesonderte Darstellung verlangen.

In dem mit Blutserum verdünnten Froschsperma zeigte sich der Einfluss der elektrischen Ströme hauptsächlich in einer Gestaltveränderung der Samenkörper. Die fadenförmigen Theile derselben nämlich nahmen eine unregelmässig knotige, variköse Beschaffenheit an, indem sich im Verlaufe derselben mehrfache kleine stark glänzende Anschwellungen bildeten. Gleichzeitig lösten sich ferner öfters kleine kugelförmige Gebilde von demselben Aussehen, wie die varikösen Anschwellungen, von der Substanz der Fäden ab und schienen nur noch durch einen feinen, unsichtbaren Stiel mit ihnen zusammenzuhängen. Hatte sich eine grössere Zahl solcher kleinen Kügelchen abgelöst, so schien der Faden wie mit einem troddelförmigen Anhange besetzt zu sein. Was das Verhalten der Bewegungen betrifft, so blieben dieselben trotz dieser auffallenden Gestaltveränderungen stets ungestört, selbst wenn die Inductionsströme so stark waren, dass eine Elektrolyse der Flüssigkeit einzutreten begann. Die varikösen und selbst die mit anhängenden Träubchen besetzten Fäden wurden bei der Bewegung der Samenkörper in derselben lebhaften Weise herumgepeitscht, wie dies vorher bei normaler Beschaffenheit derselben der Fall gewesen. Der schädliche Einfluss der Elektrolyse auf die an den Polen befindlichen Samenkörper liess sich dagegen allerdings nicht verkennen.

Wenn diese Versuche demnach die von früheren Untersuchern angegebene Wirkungslosigkeit der Ströme auf die in Rede stehende Bewegungserscheinung bestätigen, so kam ich zu einem ganz entgegengesetzten Resultat, als ich mich des Wasserzusatzes zu dem Sperma bediente. Bekanntlich verändern die Samenkörper unter der Einwirkung des Wassers ihr Aussehen in der Weise, dass ihre sogenannten Köpfe (Griffe Ankermann) etwas aufquellen und an Glanz zunehmen, während gleichzeitig die fadenförmigen Theile ebenfalls breiter und

blasser werden; nicht selten erscheinen die letzteren theils in ihrem Verlauf, theils an ihren Enden mit ganz blassen, hyalinen, kugel- oder spindelförmigen Anschwellungen versehen, welche an Breite den Kopf selbst übertreffen. Innerhalb dieser, welche den Eindruck von in den Verlauf des Fadens eingeschalteten oder ihm an seinem Ende aufsitzenden zartwandigen Bläschen machen, befindet sich ein ganz feinkörniger Inhalt, der, soweit die fortdauernden Bewegungen des Samenkörpers dies zu constatiren gestatten, in lebhafter Molecularbewegung zu sein scheint. Die Wirkung der Ströme auf die Bewegungen der so veränderten Samenkörper ist nun eine sehr entschiedene. In wenigen Secunden bewirkt die Durchleitung der Ströme eine totale Aufhebung derselben, so dass plötzlich in dem kurz zuvor ein lebhaftes Getümmel darbietenden Gesichtsfelde des Mikroskops absolute Ruhe herrscht. Was die Stärke des hierzu erforderlichen Stromes betrifft, so muss ich mich auf die Angabe beschränken, dass selbst schwächere Ströme als solche, die sich in der ersten Versuchsreihe als völlig wirkungslos erwiesen, genügten. Betrachten wir die Veränderungen, welche die zum Stillstande gelangenden Samenkörper erleiden, so fällt vor Allem auf, dass sie äusserst blass werden, so dass fast nur die gleichzeitig mit dem völligen Verlust ihres Glanzes breiter gewordenen Köpfe sichtbar bleiben, während es nur hier und da gelingt, die fadenförmigen Anhänge derselben wiederzufinden als kurze, gleichsam verstümmelte Gebilde. Diese Veränderung geht so rasch vor sich, dass es schwer ist, die Uebergänge wahrzunehmen, doch schien mir mehrfach dem Verschwinden der Fäden eine Aufquellung und Berstung vorherzugehen. Bemerkenswerth ist noch der Umstand, dass die zur Ruhe gekommenen Samenkörper ihrer grössten Mehrzahl nach eine bestimmte Stellung zur Stromrichtung annehmen, indem sie sich nämlich ihm parallel richten, so dass in das bunte Wirrwarr der noch sich bewegenden Samenkörper mit dem Aufhören der Bewegung eine gewisse regelmässige Ordnung kommt.

Bei einem Vergleiche der geschilderten an den Samenkörpern beobachteten Erscheinungen mit dem Verhalten der Molecularbewegung in thierischen Zellen tritt uns eine Analogie

beider in mehrfacher Beziehung entgegen. Wie die letztere in Eiter- und farblosen Blutzellen fehlt, so lange sie sich in ihrem natürlichen Medium befinden, so fehlt die Bewegung der Samenkörper in dem unverdünnten Sperma des Frosches; Wasserzusatz ruft die eine sowohl als die andere Bewegungserscheinung hervor, ein Unterschied besteht nur insofern, als auch Zusatz von Blutserum die Samenkörper zur Bewegung anregt. In dem mit Blutserum verdünnten Sperma ferner zeigt sich die Elektricität unschädlich in Betreff der Fortdauer der Bewegungen, für die Molecularbewegung der Eiter- und farblosen Blutzellen in unverdünntem Eiter- und Blutserum ist die Elektricität selbst förderlich; vorausgegangene Einwirkung von Wasser endlich führt in gleicher Weise bei Durchleitung von Strömen zu der Aufhebung der einen, wie der anderen Bewegung. — Die Aehnlichkeit in der Einwirkung der Elektricität in beiden Fällen beschränkt sich jedoch nicht auf die in gleichem Sinne stattfindende Beeinflussung der Bewegungserscheinungen, sondern sie zeigt sich auch in den sonstigen Veränderungen, welche die aus Protoplasma bestehenden Zellen einerseits und die Samenkörper andererseits erfahren. Denn das Auftreten der kleinen varikösen Anschwellungen der Fäden, sowie die Ablösung kleiner Kügelchen von ihnen in dem mit Serum verdünnten Sperma dürfte kaum anders als durch theilweise Verflüssigung ihrer Substanz zu erklären sein, in Folge deren Tröpfchen gebildet werden, ebenso wie sich das Protoplasma jener Zellen in einen Tropfen umwandelt. Auch das Collabiren und Erblassen resp. Bersten der fadenförmigen Theile der Samenkörper bei Einwirkung der Elektricität auf dieselben nach Wasserzusatz findet seine vollständige Analogie in den oben geschilderten Erscheinungen bei den farblosen Blut- und Eiterzellen und legt die Annahme einer gleichen Erklärung, nämlich durch Diffusionsvorgänge, nahe.

Es liegt nicht in meiner Absicht, die angeführten Beobachtungen als sichere Grundlage für weitergehende Theorieen hinzustellen, ich kann es mir jedoch nicht versagen, auf eine Schlussfolgerung hinzuweisen, welche sich aus denselben in Betreff der noch immer so räthselhaften Bewegungen der Samen-

körper zu ergeben scheint. Nachdem nämlich die Untersuchungen von Schweigger-Seidel (Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung, Arch. f. mikrosk. Anatomie I, p. 309) und von v. La Valette St. George (Ueber die Genese der Samenmenkörper; ebendaselbst p. 403) gelehrt haben, dass die fadenförmigen Theile der Samenkörper zum Theil oder im Ganzen aus dem Protoplasma zelliger Gebilde hervorgehen, eine Behauptung, die in dem geschilderten Verhalten derselben gegen elektrische Ströme eine weitere Unterstützung finden dürfte, so scheint die oben hervorgehobene Analogie zwischen der Molecularbewegung des Protoplasma und der Bewegung der Samenkörper zu der Deutung hinzuführen, dass letztere auf einer Molecularbewegung innerhalb der aus Protoplasma bestehenden Theile der Samenkörper beruht, indem die Bewegung der Molecüle sich der Substanz der Samenkörper mittheilt. Dass sich diese Molecularbewegung nicht direct wahrnehmen lässt, wird kaum als Argument gegen diese Hypothese hingestellt werden dürfen, da theils die coincidirende Bewegung der Samenkörper dieselbe hindert, theils eine unsern optischen Hülfsmitteln unzugängliche Feinheit der Molekeln statuirt werden dürfte. Uebrigens habe ich oben erwähnt, dass ich in den durch Wasserzusatz bewirkten blasig aufgequollenen Theilen der Fäden der Samenkörper in der That öfters eine Molecularbewegung glaube wahrgenommen zu haben. Es fragt sich daher nur, ob die übrigen, in Betreff der Bewegungen der Samenkörper constatirten Erfahrungen, deren Kenntniss wir insbesondere den Arbeiten Kölliker's (Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. VII. p. 201) und Ankermann's (a. a. O.) verdanken, mit jener Annahme im Einklange sich befinden. Zur Entscheidung dieser Frage kam es darauf an, zu prüfen, ob die Molecularbewegung des Protoplasma gegen chemische Reagentien sich ebenso oder ähnlich verhält, wie die Bewegungen der Samenkörper. Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, haben mir ein dies bestätigendes Resultat ergeben. Essigsäure, Mineralsäure, Alkohol, Aether, Chloroform erwiesen sich für die Molecularbewegung der Speichelkörperchen ebenso schädlich, als für die Bewegungen der Samenkörper;

Alkalien, die bekannten Erreger der letzteren, verhalten sich in gewissen Verdünnungen wenigstens indifferent gegen die Molecularbewegung; eine Temperatur von 45—50° C., ebenso Kälte von einigen Graden unter 0 heben ferner die Molecularbewegung der Speichelkörper ebenso auf, wie die Bewegungen der Samenkörper. Dass in dieser Beziehung noch weitere Feststellungen erforderlich sind, versteht sich von selbst, doch möchte das Wenige, was ich angeführt habe, genügen, um obige Hypothese mindestens als discutirbar erscheinen zu lassen, um so mehr, da die Mangelhaftigkeit aller bisherigen Erklärungsversuche in Betreff der Bewegung der Samenkörper nicht geleugnet werden kann. Der von Grohé (Ueber die Bewegung der Samenkörper, Virchow's Archiv XXXII, p. 401) aufgestellten Ansicht, dass die Bewegungen auf contractilen Formveränderungen des Kopfes der Samenkörper beruhen, muss ich, abgesehen davon, dass ich ebensowenig als Schweigger-Seidel und v. la Valette St. George mich von solchen habe überzeugen können, vor Allem die Fortdauer der Bewegungen in dem mit Serum verdünnten Sperma unter der Einwirkung elektrischer Ströme entgegenhalten, da dieselbe dem sonst bekannten Verhalten contractiler Gebilde widerspricht. Was die Ankermann'sche Theorie betrifft, so stimmt dieselbe mit der meinigen darin überein, dass sie die Bewegungen der Samenkörper als ein physikalisches Phänomen auffasst, unterscheidet sich von ihr aber insofern, als sie die Anwesenheit von Diffusionsströmen als Bedingungen für die Bewegungen voraussetzt. Mir scheint, dass Diffusionsströme nur durch Anregung einer Molecularbewegung die eigenthümlichen Bewegungen der Samenkörper herbeiführen könnten und ich erkenne dieselben daher zwar als wichtiges Unterstützungsmittel für die Bewegungen der Samenkörper an; ihre Nothwendigkeit zur Erklärung der Bewegungen kann ich jedoch nicht zugeben, da eine Molecularbewegung natürlich auch ohne Diffusion bestehen kann. Eine Prüfung des Verhaltens der Flimmerbewegung gegen Inductionsströme hat mir, wie ich zum Schluss bemerken will, vorläufig nur die schon von Valentin u. A. beobachtete Thatsache ergeben, dass dieselbe selbst bei Application sehr starker,

Elektrolyse bewirkender Ströme ungestört fortdauern kann, mochte ich die Untersuchung in Wasser oder Serum vornehmen. Nur in ausnahmsweisen Fällen, deren Bedingungen ich noch nicht näher festzustellen vermochte, schien ein hemmender Einfluss auf die Bewegung sich geltend zu machen. Die in neuester Zeit von Roth (Ueber einige Beziehungen der Flimmerbewegung zum contractilen Protoplasma, Virchow's Archiv XXXVII, p. 184) und von Kühne (über den Einfluss der Gase auf die Flimmerbewegung, Archiv f. mikrosk. Anatomie II, p. 372) vertheidigte Ansicht, dass die Flimmerbewegung auf der Activität eines contractilen Protoplasma beruht, dürfte übrigens mit jener Thatsache, welche einen entschiedenen Gegensatz im Verhalten derselben gegenüber demjenigen contractiler Substanzen zeigt, schwerlich in Einklang zu bringen sein. Mir scheint es, dass weitere Forschungen auch hier den Gesichtspunkt in's Auge zu fassen haben werden, ob die Bewegungen der Flimmerhaare nicht von einer Molecularbewegung innerhalb derselben abgeleitet werden können.



Beiträge zur Anatomie der Plattwürmer.

Von

Dr. Ludwig Stieda,

Prosector und ausserordentlichem Professor in Dorpat.

(Hierzu Taf. II.)

1. Zur Anatomie des Distoma hepaticum.

Die Untersuchungen, welche den hier vorliegenden Mittheilungen zu Grunde liegen, habe ich ursprünglich angestellt, um aus eigener Anschauung eine Vorstellung vom Bau des Distoma hepaticum zu gewinnen. Ueber diesen Wurm haben die Beobachtungen Leuckart's, welche in seinem Werke „die menschlichen Parasiten" niedergelegt sind, viele Ergebnisse gebracht, durch welche ältere Anschauungen verworfen und neue an die Stelle gesetzt werden. Geleitet von Leuckart's trefflicher Beschreibung des Baues des Leberegels suchte ich an den von mir angefertigten Präparaten alle einzelnen Organe aufzufinden, wobei ich ganz natürlich auch eine Kritik der Leuckart'schen Beschreibung ausüben musste. — Da nun bisher noch von keiner Seite irgend eine auf eigene specielle Untersuchungen gegründete Besprechung und Bestätigung der Leuckart'schen Mittheilungen über Distoma hepaticum gegeben sind, so halte ich es nicht für überflüssig, die Resultate meiner Forschungen der Oeffentlichkeit zu übergeben. Dazu kommt, dass es mir gelang, einige neue Thatsachen zu ermitteln, welche Leuckart's Blicken sich entzogen hatten, und ich im Stande bin, durch Zeichnungen, welche diesen Blättern beigefügt sind, den Bau

des Distoma hepaticum mehr zu veranschaulichen, als es bisher geschehen ist.

Ich muss hervorheben, dass ich lebende Leberegel zu untersuchen keine Gelegenheit gefunden habe, da ich die Thiere stets todt erhielt. Um die betreffenden Exemplare für eine eingehende mikroskopische Untersuchung geeignet zu machen, benutzte ich dieselben Methoden, welche ich bereits bei Gelegenheit der Mittheilungen über den Bau des Bothriocephalus latus (dieses Archiv, Jahrg. 1864, p. 174—212) beschrieben habe, worauf ich, um Wiederholungen zu vermeiden, verweise. Ich bemerke nur, dass auch bei Distoma hepaticum die Längsschnitte mehr Resultate lieferten, als die Querschnitte, welche letztere aber deswegen nicht ausser Acht zu setzen sind. Ferner füge ich hinzu, dass ich zur Aufhellung und zum Durchsichtigmachen der einzelnen Schnitte neuerdings nicht das Terpentinöl, sondern Kreosot benutzt habe.

Die verschiedenen Organe des Leberegels sind eingelagert in eine „Bindesubstanz“, welche das eigentliche Grundgewebe des Körpers darstellt. Es besteht dieses Bindegewebe aus verhältnissmässig grossen, ungefähr 0,088 Mm. im Durchmesser haltenden Zellen; die Zellen haben einen feinkörnigen oder pelluciden Inhalt, einen meist wandständigen Kern und sind meist derart an einander gelagert, dass sie abgeplattet oder polygonal erscheinen; sie erinnern in dieser Form, wie Leuckart bemerkt, an das Aussehen von Pflanzenzellen. In der nächsten Umgebung der eingeschlossenen Körperorgane drängen sich die Zellen näher aneinander, wobei das Aussehen des Gewebes mehr faserig wird; so bilden sich die Hüllen der Organe.

Die Muskulatur, deren Elemente spindelförmige Zellen sind, ist sehr schwach entwickelt; der Hautmuskelschlauch besteht aus einer einfachen Lage circulär verlaufender Fasern (äussere oder Ringsmuskulatur) und einer ebenfalls einfachen Lage der Länge des Thieres entsprechend verlaufender Fasern (Längsmuskulatur, innere Lage); die am meisten nach innen gelegene Schicht von Diagonalmuskeln (Leuckart), welche in schräger Richtung hinziehen, ist nur sehr gering entwickelt. Zu diesen Muskelschichten kommt dann noch hinzu das System der dorso-

ventralen Muskelzüge (Leuckart), oder der Parenchymmuskeln, welche von der Rückenfläche zur Bauchfläche des Thieres zwischen den einzelnen Körperorganen eingelagert hinziehen.

Besonders kräftig ist die Muskulatur der Saugnäpfe, welche von Leuckart ausführlich beschrieben wird. Ich hebe nur hervor, dass der muskulöse Wall oder der Ring, welcher eben den Saugnapf bildet, nicht überall von gleicher Ausdehnung ist, sondern wie namentlich ein Längsschnitt zeigt, dass der vordere Abschnitt, welcher der Bauchfläche näher liegt, schmäler und kürzer erscheint (vergl. Fig. 1 und 8a). Zwischen die Muskelfasern des Mund- und Saugnapfes sowie auch des Pharynx finde ich spindelförmige oder rundliche Zellen eingelagert (vergl. Fig. 5*r*), sie sind 0,041—0,05 Mm. lang, 0,033 Mm. breit, haben einen runden, 0,016 Mm. im Durchmesser haltenden Kern und ein sehr deutliches Kernkörperchen. Sie erscheinen auf Längsschnitten rund, auf Querschnitten spindelförmig und dann meist so gelagert, dass die Spitzen der Zelle nicht zum Innenraum des Saugnapfes, sondern seitlich gerichtet sind. Leuckart hält diese Zellen (l. c. pag. 470 und 451) für Drüsen, deren spitze Ausführungsgänge vermuthlich in den Innenraum des Pharynx oder des Saugnapfes einmündeten, obgleich er eine directe Einmündung nicht beobachtete. Weil ich ebenfalls keine Einmündung gesehen habe, wohl aber die eben geschilderte Anordnung, so muss ich mich stützend auf das Aussehen der Zellen für die Ansicht erklären, die Zellen für Nervenzellen zu halten.

Ueber das Nervensystem habe ich dem bereits Bekannten Nichts hinzuzufügen.

An den Mundsaugnapf schliesst sich der muskulöse Pharynx, dessen von Leuckart mit einer bauchigen Flasche verglichene Form auf Längsschnitten sehr deutlich entgegentritt (Fig. 1 und 8*b*). Leuckart hat ein Anhangsorgan der Pharynx entdeckt. Ich bin im Stande, dieses divertikelartige Organ zu bestätigen. Es liegt dasselbe (Fig. 8 *x*) zwischen dem Pharynx und der Bauchfläche, ist ein 0,25 Mm. langer und 0,08 Mm. breiter mit starker Muskulatur versehener Sack, welcher mit einer unbedeutenden Oeffnung neben dem Pharynx in den Innen-

raum des Mundsaugnapfes einmündet. Innen ist der Sack mit einer derben Cuticula ausgekleidet; entweder ist der Sack mit einer braunen Masse gefüllt oder erscheint leer mit gefalteten Wandungen. An den Pharynx schliesst sich der verästelte mit braunem Inhalt gefüllte Darmkanal. Eine Muskulatur finde ich in der Wandung des Kanals nicht, vielmehr scheint mir nur die verdichtete Bindesubstanz das Darmlumen zu bilden. Der Darm ist stets ausgekleidet mit einem cylinderförmigen Epithel (Fig. 4*c*), dessen einzelne Zellen sich durch ihre ungleiche Länge auszeichnen.

Ueber das excretorische Gefässystem des Leberegels stehen mir — da ich nur todte Exemplare untersuchte, keine eigenen Erfahrungen zu Gebote.

Generationsorgane. Der Bau der beiden röhrenförmigen, verästelten und flächenhaft ausgebreiteten Hoden gleicht bei mikroskopischer Untersuchung dem Bau der Hoden beim Bothriocephalus latus. Auf verschiedenen Durchschnitten erkennt man, eingeschlossen von der bindegewebigen Hülle, runde 0,05 Mm. im Durchmesser haltende Zellen, gefüllt mit vielen kleinen Kernen (Fig. 4*z*), aus welchen schliesslich die Samenfäden werden. — Jeder der Hoden läuft in ein Vas deferens aus. Ueber diese Samenleiter sagt Leuckart (p. 552): „Ihr Verlauf ist ein verschieden langer, indem der eine bis in die hintere Fläche des Mittelfeldes hinein sich fortsetzt, während der andere bereits in der vorderen Hälfte desselben sein Ende erreicht." Ich füge diesem Folgendes hinzu (Fig. 1 *e*, *f*, *g*, *h*): das Vas deferens des linken Hodens ist das kürzere; es beginnt (Fig. 1 *f*) dicht hinter der Schalendrüse, zieht an dieser vorbei, so dass es zwischen der Schalendrüse und der Bauchfläche liegt, biegt dann in einem langen Bogen zur Rückenfläche, um sich in der Wand des Cirrusbeutels mit dem Samenleiter des rechten Hodens zu vereinigen (Fig. 1 *h*). Der Samenleiter des rechten Hodens beginnt viel weiter nach hinten, dem hinteren Körperende zu, zieht dann in geradem Verlaufe, der Rückenfläche ziemlich nahe, nach vorn. Die Samenleiter haben eine Dicke von 0,05 Mm. und vereinigen sich unter spitzem Winkel, indem sie dabei beide an Durchmesser abnehmen, beim

Eintritt in den Cirrusbeutel. Eigentlich geschieht die Verbindung der Art, dass sie dicht neben einander die Wand des Cirrusbeutels durchbohrend, sich im Innern des genannten Beutels zu dem Ductus ejaculatorius vereinigen (Fig. 1 *h*, *i*). Der Ductus ejaculatorius bietet je nach seinem verschiedenen Anfüllungsgrade sehr verschiedene Dimensionen dar. — Nach Leuckart (p. 552) vereinigen sich die beiden Samenleiter schon eine Strecke vor dem Eintritt in den Cirrusbeutel zu einem feinen Kanal. — In Bezug auf den Penis und sein Verhalten zum Cirrusbeutel und zum Ductus ejaculatorius stimme ich Leuckart's Auffassung vollkommen bei; ich finde, dass das Verhalten ein gleiches wie beim Bothriocephalus latus ist.

Die weiblichen Geschlechtsorgane sind:

1. der Eierbehälter (Uterus) und dessen vorderer Abschnitt (Vagina),
2. der Keimstock,
3. die Dotterstöcke,
4. die Eischalendrüse, welche die anderen Organe in sich vereinigt.

Der Uterus ist ein Kanal, dessen Wandungen Muskelfasern enthalten und der in seinem Innern durch eine Cuticula ausgekleidet ist. Das vordere Endstück, die Scheide oder Vagina, mündet in einiger Entfernung vor dem Bauchsaugnapf (Fig. 7 *w*), ist meist leer oder enthält einige Eier; der mittlere Abschnitt ist vielfach gewunden und reichlich mit Eiern gefüllt; der hintere Abschnitt ist von sehr wechselnden Dimensionen je nach seiner Anfüllung, enthält oft zwischen den Eiern Samenelemente und geht in die Schalendrüse über.

Der Keimstock des Leberegels ist zuerst von Leuckart richtig aufgefasst worden; obgleich die Existenz dieses Organes den früheren Autoren nicht entgangen ist, so hielten sie dasselbe für einen Theil des Hoden. Ich finde den Keimstock, wie Leuckart beschreibt, als einen nach Art eines Geweihs verästelten Körper, welcher der Schalendrüse nach rechts aufsitzt. Der Inhalt dieses Organes (Fig. 4 *q*) besteht aus rundlichen Zellen; diese Zellen, welche den Eizellen des Bothriocephalus gleichen, haben keine Zellenmembran, haben einen

Durchmesser von 0,03—0,04 Mm., einen 0,02 im Durchmesser haltenden Kern und ein sehr deutliches Kernkörperchen. Dicht an der Peripherie des Keimstockes erscheinen kleinere Zellen, welche wie ein Epithel die innere Fläche des Organes bekleiden, aus diesen bilden sich durch Grösserwerden die Eizellen.

Die Dotterstöcke sind ganz besonders stark entwickelt; sie bestehen aus einer Unzahl kleinerer Schläuche, welche durch kurze Stiele mit einander in Zusammenhang stehen und zu beiden Seiten des Körpers dicht unter der Muskulatur gelagert sind. Die vielen kleinen Endbläschen werden jederseits in einen der Länge des Thieres entsprechend verlaufenden Kanal vereinigt. Von diesen Längskanälen geht in der Gegend der Schalendrüse ein querer Gang ab, um sich mit dem der anderen Seite in der Mitte zu vereinigen und zur Schalendrüse zu treten. Der Inhalt der Dotterstöcke besteht in rundlichen 0,016—0,025 grossen Zellen mit feinkörnigem Inhalt (Fig. 4 *p*); der Inhalt ist seinem Aussehn gleich den von mir als Dotterstöcke gedeuteten „Bauch- und Rückenkörnern" des Bothriocephalus. Ich füge hinzu, dass sich beim Bothriocephalus wie beim Dist. hep. die Zellen des Dotterstockes dadurch auszeichnen, dass an Chromsäure-Präparaten sich dieselben durch Carmin nicht oder nur unbedeutend färben; Uterus, Keimstock und Dotterstöcke stehen in naher Beziehung zur Schalendrüse, demjenigen Organ, welches früher (Küchenmeister) für den Keimstock gehalten wurde und das Leuckart als Schalendrüse bezeichnet hat, weil er die das Organ zusammensetzenden Zellen für die Absonderungsorgane der Eischale hält.

Die Schalendrüse ist ein Gebilde von kugeliger Form, 1—1,5 Mm. im Durchmesser, im vorderen Körperabschnitte gelegen, fast den ganzen Raum zwischen Rücken- und Bauchfläche ausfüllend. Dieses Organ besteht (Fig. 3 u. 6 *k*) aus einer sehr grossen Anzahl von Zellen, welche neben einander in concentrischen Schichten gelagert, die sehr dicken Wandungen der Schalendrüse zusammensetzen. Die Zellen sind etwa 0,02—0,03 Mm. lang, meist an dem einen Ende zugespitzt, welches zum Centrum der Schalendrüse gerichtet ist; bei stärkeren Vergrösserungen sehen sie den später näher zu beschrei-

benden Zellen der Knäueldrüse des Bothriocephalus sehr ähnlich. Die Schalendrüse hat einen in leerem Zustande im Verhältniss zur Grösse des Organs engen Hohlraum oder Centralhöhle. Ich finde, dass diese Centralhöhle oder der Centralraum der Schalendrüse leer eine länglichrunde Form hat (Fig. 6 *t*) dass der Längsdurchmesser des Raumes von der Bauch- zur Rückenfläche gerichtet ist. Der lange Durchmesser misst etwa 0,25 Mm., der kurze 0,08 Mm. Ist dieser Raum gefüllt, so kann er viel bedeutendere Dimensionen annehmen und dadurch auch seine Formen vielfach ändern. — Die Schalendrüse hat keine Hülle wie die anderen Körperorgane, sondern es sind die beschriebenen Zellen einfach in die hier aus kleineren Zellen bestehende Bindesubstanz eingelagert.

Nach Leuckart's Angaben stehen nun Uterus, Keimstock und Dotterstöcke mit der Schalendrüse in Verbindung; über die Art und Weise dieser Verbindung sagt er, dass der Keimstock dem vorderen Segment der Schalendrüse aufsitzend und sich nach rechts erstreckend, mit der Schalendrüse in Verbindung stehe; dass der unpaare Dottergang mittelst eines kurzen nicht selten blasig aufgetriebenen Ganges von hinten her in die Schalendrüse einmündet (p. 558) und dass der Uterus durch einen dünnen Kanal mit der Schalendrüse in Verbindung stehe.

Nach meinen Untersuchungen stellt sich die Verbindung der genannten Organe unter einander und mit dem Centralraum der Schalendrüse in folgender Weise dar: das Ende des Uteruskanals läuft in vielfachen Windungen auf die Schalendrüse zu, durchsetzt die der Bauchfläche anliegende Wandung der Schalendrüse (Fig. 6 *o*) und tritt in den Centralraum hinein, so dass es erscheint, als bilde der Uteruskanal hier eine Erweiterung. An dem entgegengesetzten Ende des Centralraums, welches der zur Rückenfläche gekehrte Abschnitt des Centralraums ist, mündet ebenfalls ein enger, nur 0,025 Mm. im Durchmesser haltender Kanal (Fig. 6 *u*). Dieser Kanal entsteht aus der Vereinigung des Dotterganges mit dem Ausführungsgange des Keimstockes. Die queren Dotterkanäle verbinden sich am hinteren Abschnitte der Schalendrüse zu dem Dottergange (Fig. 2 *l*, *m*). Der hier bedeutend bis auf 0,25 Mm.

durch Dottermasse ausgedehnte Kanal (Dottergang) durchbohrt gleichfalls die Wandung der Schalendrüse (Fig. 6 *m*), verengt sich, indem er zur Rückenfläche zieht und nach vorn sich krümmt. Der Dottergang hat hier einen Durchmesser von nur 0,025 Mm. und theilt sich in 2 Kanäle. Der eine Kanal geht nach vorn zum Centralraum, vereinigt sich mit dem gleich zu beschreibenden Ausführungsgang des Keimstockes und tritt in den Centralraum der Schalendrüse. Der andere Kanal dagegen behält die Richtung zur Rückenfläche bei, durchsetzt die Wandung der Schalendrüse ganz vollständig, um schliesslich mit einer 0,016 Mm. messenden Oeffnung auf der Rükkenfläche des Körpers auszumünden (Fig 6 *m'*). Der Keimstock verengt sich trichterförmig; dieser trichterförmige Ausführungsgang tritt von rechts her, die Wandung der Schalendrüse durchbohrend, an den oben erwähnten Dottergang, um vereint mit diesem in den Centralraum der Schalendrüse überzugehen. Ich traf diesen Keimstocksgang leichter auf Querschnitten, auf Längsschnitten nur das bis auf 0,025 Mm. verengte Endstück. Die genannten Kanäle sind gewöhnlich mit Inhalt, Dottermasse und Eiern gefüllt (Fig. 3 *n*).

Ich stimme der Auffassung Leuckart's, das die Verbindung zwischen Uterus, Keimstock und Dotterstöcke vermittelnde Organ als Eischalendrüse zu deuten, vollkommen bei, ich bin gleichfalls der Ansicht, dass die in den Wandungen der Schalendrüse eingeschlossenen Zellen das Secret liefern, welches in den Centralraum der Schalendrüse gelangt, die hier befindlichen und mit einander vermischten Keimstoffe, Samen, Eier und Dottermasse, als Eischale umhüllt.

Wozu dient aber der vom Dottergange direct nach aussen führende Kanal? Ich weiss demselben keine andere Function zuzutheilen, als das Uebermass der sich bildenden und in den Dottergang gebrachten Dottermasse direct nach aussen abzuleiten, weil dieselbe sonst den Weg durch den ganzen Uteruskanal zurücklegen müsste.

2. Zur Anatomie des Bothriocephalus latus.
(Hierzu Fig. 9.)

Vor einiger Zeit veröffentlichte ich in diesem Archiv (Jahrgang 1864) die Resultate von Untersuchungen, welche ich über den Bau des Bothriocephalus angestellt hatte. Es war mir gelungen, den Zusammenhang der weiblichen Geschlechtsorgane zu finden; nur über die genaueren Beziehungen der sogenannten Knäueldrüse war ich nicht vollständig in's Reine gekommen. — Ich hatte damals etwa Folgendes mitgetheilt (p. 206 u. 207): „Die sogenannte Knäueldrüse liegt als ein Oval an den von der „Fläche aus gesehenen Gliedern ziemlich dicht am unteren „(hinteren) Rande des Gliedes. An Längs- und Querschnitten „ergiebt sich, dass das Organ sich etwas zur Rückenfläche des „Gliedes hinauf erstreckt. Der Inhalt dieses Organs bietet „Zellen, welche den früher erwähnten Zellen des Keimstockes „fast ganz gleich sehen, nur nicht so dicht gelagert sind und „keine so scharfen Contouren zeigen. Dass von diesem Organ „die Knäuelröhre (Uterus) abgeht, ist in der That schon aus „den gewöhnlichen von der Fläche aus gesehenen Gliedern ersichtlich. Auf Quer- oder Längsschnitten von diesem Zusammenhang mich zu überzeugen, war mir nicht gelungen. Auch „den Uebergang des Keimstockganges in die Knäueldrüse hatte „ich nicht gesehen, sondern nur erschlossen. Ich schrieb damals: Ich glaube, dass der Ausführungsgang des Keimstockes „und der Beginn der Knäuelröhre dicht neben einander in Verbindung treten, so dass man vielleicht sagen dürfte, dass der „Keimstocksgang sich direct in die Knäuelröhre fortsetze, während die Knäueldrüse nur eine seitliche Erweiterung des Ganges darstelle.“ — Ich hielt damals die Zellen der Knäueldrüse für den Inhalt dieser Erweiterung, für in dieselbe hineingelangte und schon veränderte Eier.

Es stand diese meine Ansicht in Widerspruch mit den Ansichten anderer Forscher. Eschricht (Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Bothriocephalen in den Verh. d. K. L. C. Akad. d. Naturforscher, XIX. Bd. II. Suppl. 1840) sagte, dass dieses Organ — die Knäueldrüse —, welches das Ende

des Uterus wie ein Ring umgebe, die Bestimmung habe, Eiweiss abzusondern, dass es eine wirkliche Drüse sei. Leuckart erklärte die Knäueldrüse für den Keimstock des Bothriocephalus. In einer gleichzeitig mit meiner eben citirten Abhandlung erschienenen Arbeit meines verehrten Collegen Arthur Böttcher (Studien über den Bau des Bothriocephalus latus in Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie, Bd. XXX, p. 97—148) wird von der Knäueldrüse ausgesagt, dass sie den mittleren Abschnitt der mit ihr zu einem Organ zusammengehörigen Seitendrüsen darstelle und ebenso wie die Seitendrüse als Ovarium (Keimstock) zu deuten sei.

Eine fortgesetzte Beschäftigung mit diesem Gegenstande, ferner aber auch die gleichzeitige Untersuchung der Geschlechtsorgane des Leberegels setzen mich in den Stand, hier einige neue Mittheilungen über die Knäueldrüse zu machen, welche, wie ich hoffe, die früher gebliebene Lücke ausfüllen und unsere Kenntnisse der Geschlechtsorgane des Bothriocephalus zu einem gewissen Abschluss bringen.

Leuckart, Böttcher und ich, wir sind damals alle in den gleichen Irrthum verfallen, die Zellen der Knäueldrüse für Eier zu halten, was sie keineswegs sind. Wir haben uns alle durch die Aehnlichkeit täuschen lassen, welche die Zellen der Knäueldrüse mit den Zellen des Keimstockes bei flüchtiger Betrachtung zeigen. Die auf Fig. 15 der meiner ersten Abhandlung beigegebenen Abbildung zeigt freilich einen Unterschied zwischen beiden Zellenarten, die ich aber als geringfügig übersehen habe.

Die Knäueldrüse des Bothriocephalus latus ist ein Conglomerat von birnförmigen Zellen, welche in die bindegewebige Körpersubstanz eingebettet sind (Fig. 9 *b*); und welche in ihrer Lagerung entsprechend den verschiedenen Contractionszuständen der Glieder wechseln; die Zellen sind birnförmig, gewöhnlich nur an einem Ende zugespitzt (Fig. 9 *b'*), haben eine Länge von 0,025—0,03 Mm. und eine Breite von 0,006—0,007, einen kleinen dunkeln Kern und ein sehr unbedeutendes Kernkörperchen. Von den mehr rundlichen membranlosen Zellen des Keimstockes mit dem grossen bläschenförmigen Kern

(Fig. 9 *a'*) unterscheiden sich dieselben hinreichend. Dass jene Zellen der Knäueldrüse nicht etwa veränderte Eizellen seien, wie ich früher glaubte, davon hat mich auch der Umstand überzeugt, dass es mir mitunter möglich gewesen ist, in einzelnen schon mit Schalen versehenen Eiern — im Beginn des Uterus, — noch die primitive Eizelle unter der Dottermasse zu erkennen (Fig. 9 *c'*).

Die aus den beschriebenen Zellen zusammengesetzte Knäueldrüse umschliesst einen kleinen Binnenraum, die Centralhöhle; hierher sind die Spitzen der Zellen gerichtet. In diesen Hohlraum mündet von der einen Seite der Kanal, welcher Dottergang und Keimstocksgang vereinigt; von der anderen Seite geht daraus die Knäuelröhre (Uterus) hervor. — Wenn man will, mag man sagen, die Knäuelröhre erweitere sich zu einem kleinen Hohlraum, in welchen Dottergang und Keimstocksgang einmünden. Um diesen Hohlraum und den Beginn der Knäuelröhre sind nun jene die Knäueldrüse constituirenden Zellen gelagert. — Ich nehme keinen Anstand, diese Zellen als einzellige Drüsen aufzufassen, welche die Aufgabe haben, die Bestandtheile der Schale zu liefern und glaube mich daher berechtigt, die Ansicht auszusprechen, es sei die Knäueldrüse des Bothriocephalus latus ganz gleichbedeutend mit der Schalendrüse des Leberegels und deshalb richtiger ebenfalls Schalendrüse oder Eischalendrüse des Bothriocephalus zu benennen.

Dorpat, 7./19. December 1866.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen Leberegel. Vergr. 20. *a a* Lippen des Mundsaugnapfes. *b* Pharynx. *c* Darmkanal. *d* Bauchsaugnapf. *e* Hodenröhre. *f* Anfang des Samenleiters. *g g' g''* Samenleiter. *h* Vereinigungsstelle beider Samenleiter zum Ductus ejaculatorius. *i* Ductus ejaculatorius im Cirrusbeutel. *k* Schalendrüse.

Fig. 2. Querschnitt durch die Gegend der Schalendrüse. V. 20. *c c* Darmrohr. *k* Schalendrüse. *l l* quere Dotterkanäle. *m* Vereinigung der queren Dotterkanäle.

Fig. 3. Querschnitt. V. 80. *c c* Darmrohr. *k* Schalendrüse. *n* Keimstocksgang. *o o* Uterus im Durchschnitt.

Fig. 4. Längsschnitt durch den vorderen Körperabschnitt eines Leberegels. V. 180. *c* Darmrohr mit Epithel *p p p* Dotterstock. *q* Keimstock mit Eizellen. *z* Hoden im Durchschnitt.

Fig. 5. Querschnitt durch den Bauchsaugnapf. V. 180. *d.* Muskulatur des Bauchsaugnapfes. *r r* Nervenzellen.

Fig. 6. Längsschnitt durch die Gegend der Schalendrüse. V. 80. (Schematisch.) *k* Schalendrüse. *t* Centralraum derselben. *o* Uteruskanal. *n* Keimstocksgang. *u* Einmündung des letzteren in den Centralraum. *m* Dottergang. *s* Theilungsstelle desselben. *m'* nach aussen mündender Theil des Dotterganges.

Fig. 7. Längsschnitt. *d* Bauchsaugnapf. *w* Vagina.

Fig. 8. Längsschnitt. *a a* Mundsaugnapf. *b* Pharynx. *x* Anhangsorgan desselben. *d* Bauchsaugnapf. *i* Ductus ejaculatorius. *v* Stück des abgeschnittenen Penis.

Ueber eine Bedingung des Zustandekommens von Vergiftungen.

Von

Dr. Ludimar Hermann in Berlin.

Als im Jahre 1863 Bernard und Grandeau zum allgemeinen Erstaunen die Giftigkeit der Kaliverbindungen entdeckten, lag die Frage nahe, warum dieselbe trotz der vielfachen therapeutischen Anwendung der Kalisalze in grossen Dosen bis dahin unbemerkt geblieben sei. Der Grund liegt daran, dass die genannten Autoren zuerst die Kalisalze direct in die Venen injicirten. Der wahre Sachverhalt, welcher meines Wissens noch nirgends besprochen ist, und wie ich aus Erfahrung weiss, von Vielen nicht in voller Klarheit durchschaut wird, ist nicht blos für die Toxikologie sondern auch für die Pathologie so wichtig, dass ich es nicht für überflüssig halte, die hier in Betracht kommenden Verhältnisse zu erläutern, wie ich es in meinen toxikologischen Vorlesungen zu thun pflege. Zugleich ergiebt diese Betrachtung die Erklärung für die Unschädlichkeit gewisser Gifte, z. B. Curare, Schlangengift u. s. w. vom Magen aus, eine Erscheinung, deren Deutung bisher auf ganz anderem und zwar nicht zum Ziele führenden Wege versucht ist.

Das Zustandekommen einer Giftwirkung an einem anderen Orte als an der Applicationsstelle des Giftes setzt dessen Aufnahme in das Blut voraus[1]); es ist ferner klar, dass zur Her-

1) Von den im Wesentlichen auf das Blut selbst wirkenden Giften, z. B. Kohlenoxyd, sehen wir hier ab.

vorrufung der Wirkung ein gewisser Gehalt des Blutes an Gift erforderlich ist, und dass in gewissen Grenzen der Grad der Wirkung von der Grösse dieses Gehaltes abhängt.

Nun aber ist der Giftgehalt des Blutes das Resultat zweier einander entgegenwirkender Processe, nämlich einerseits der Resorption und andererseits der Ausscheidung. Denken wir uns beide Processe continuirlich verlaufend, so muss der Giftgehalt des Blutes um so höher steigen, je schneller die Resorption und je langsamer die Ausscheidung vor sich geht; er wird eine gewisse Grösse erreichen, und diese wird sich so lange constant erhalten, als noch Giftvorrath an der Resorptionsstätte vorhanden ist, und die Bedingungen der Resorption und Ausscheidung sich nicht verändern. Ist unter gleichbleibenden Verhältnissen alles Gift an der Resorptionsstätte absorbirt, so muss von jetzt an der Giftgehalt des Blutes abnehmen und hiermit müssen auch die Vergiftungserscheinungen nachlassen und endlich aufhören, vorausgesetzt dass letztere nur von der Gegenwart des Giftes, und nicht von durch dasselbe hervorgebrachten, bleibenden, anatomischen Veränderungen abhängen.

Aus dieser einfachen Betrachtung erklärt sich nun eine grosse Anzahl ohne dieselbe unverständlicher toxicologischer und pathologischer Thatsachen.

Substanzen von sehr geringem endosmotischen Aequivalent werden von Schleimhäuten aus im Allgemeinen schnell resorbirt, aber aus demselben Grunde auch schnell aus dem Blute wieder ausgeschieden. Nehmen wir nun an, dass die Ausscheidung mit der Resorption von Schleimhäuten aus gleichen Schritt halte, so wird offenbar der Giftgehalt des Blutes hier nur eine sehr geringe Grösse erreichen können, welche bei vielen giftigen Substanzen zum Zustandekommen der Vergiftung nicht ausreicht. Zu diesen Substanzen gehören nun unzweifelhaft die Kalisalze, das Curarin und vielleicht auch der wirksame Bestandtheil des Schlangengiftes[1]). Von diesen Giften weiss man, dass sie von

1) Bekanntlich zeigt auch das Wuthgift die Erscheinung der Unwirksamkeit von Schleimhäuten aus; allein es handelt sich hier wie es scheint, um eine ganz andere Art von Gift, das wahrscheinlich

Schleimhäuten aus im Allgemeinen nicht wirken; einzelne Schleimhäute machen Ausnahmen, von denen unten die Rede sein wird. Bei den Kalisalzen liegt die schnelle Resorbirbarkeit und Ausscheidbarkeit auf der Hand; beim Curare ebenso, seitdem wir durch Preyer[1]) in seinem wirksamen Bestandtheil, dem Curarin, eine sehr leicht lösliche, hygroscopische Substanz kennen gelernt haben. Vom Schlangengift wissen wir Nichts über die Diffusibilität seiner wirksamen Bestandtheile; indess lehrt die Natur des vom Schlangengift doch wahrscheinlich in seinem Wesen nicht sehr weit abstehenden Salamandergifts, welches ebenfalls ein leicht lösliches Alkaloid enthält[2]), dass wir nicht ohne Berechtigung auch hier dieselben Verhältnisse vermuthen können.

Wir können nun aber nach unserer Theorie solche vom Magen aus unwirksame Gifte zur Wirkung bringen, d. h. ihre Concentration im Blute vergrössern, wenn wir entweder die Resorption beschleunigen oder umgekehrt die Ausscheidung verzögern.

Ersteres geschieht durch Application auf schneller resorbirende Schleimhäute, in höherem Grade durch Application in das subcutane Bindegewebe, endlich am vollkommensten, wenn der Resorptionsprocess ganz umgangen wird, nämlich durch directe Injection in die Gefässe. In der That werden bei diesen Applicationsweisen die Kalisalze, das Curare, das Schlangengift wirksam. In Bezug auf die Schleimhäute kann man mit Sicherheit den Satz aussprechen, dass an demselben Organismus diejenigen Schleimhäute, von welchen aus ein Gift nicht wirkt, einfach langsamer resorbiren, als diejenigen, von welchen aus es wirkt; dasselbe gilt für verschiedene physiologische Zustände

---

unresorbirbar ist, und um zu wirken direct in das Blut gelangen muss (organisirtes Ferment?). Dieses Gift gehört also nicht hierher, was sich schon daraus ergiebt, dass die Wirkung erst sehr lange nach der Application sich ausbildet.

1) Comptes rendus. LX. S. 1327—1329, 1346—1348; Berl. klin. Wochenschr. 1865. Nr. 40.

2) S. Zalesky in Hoppe-Seyler's med.-chem. Untersuchungen. Berl. 1866. S. 85—116.

derselben Schleimhaut, z. B. für den nüchternen oder verdauenden Zustand der Magenschleimhaut; es ist unrichtig, denjenigen Schleimhäuten, von welchen aus ein Gift nicht wirkt, die Resorptionsfähigkeit für dasselbe abzusprechen (wie es z. B. Bernard bei der Besprechung der Immunität des Magens gegen Curare thut), es genügt, sie für zu langsam zu erklären, als dass sie die schnelle Ausscheidung des Giftes übercompensiren könnte; dabei kann sie immer noch absolut ausserordentlich schnell sein, wie es beim Magen für Kalisalze und Curarin unzweifelhaft der Fall ist. Mit dem hier aufgestellten Satze erklären sich einfach alle die zahlreichen von Bernard bei Gelegenheit des Curare angestellten Versuche.[1]) Bekanntlich sind beim Frosche sowohl Curare als die Kalisalze auch vom Magen aus wirksam, was man entweder durch eine ungemein schnelle Resorptionsfähigkeit oder durch eine im Vergleich zu den Warmblütern langsame Ausscheidung durch die Nieren erklären kann. Ich möchte mich für ersteres entscheiden, da nach Zalesky beim Frosch das Samandarin vom Magen aus stärker wirkt als selbst von den Lymphsäcken aus.[2])

Umgekehrt muss, wie schon gesagt, Verzögerung der Ausscheidung die Vergiftung verstärken, resp., wo sie fehlt, hervorrufen; dagegen muss Beförderung der Ausscheidung sie schwächen, und wird sie unter Umständen natürlich ganz verhindern können.

Die hauptsächlichsten Ausscheidungsorgane für Gifte sind Nieren, Haut und Lungen, letztere beide fast ausschliesslich für flüchtige Substanzen; der Schnapsgeruch aus dem Munde des

---

1) Leçons sur les substances toxiques etc. Paris 1857. S. 282—304. — Die Angabe Bernard's, dass der Magen und andere Schleimhäute unfähig sei das Curare zu resorbiren, musste die Vermuthung erwecken, dass dessen wirksamer Bestandtheil ausnehmend schwer resorbirbar sei. Man weiss jetzt nach der Darstellung des Curarins das Gegentheil, und unsere Anschauung vereinigt dies sehr vollkommen mit den Beobachtungen, indem sie nur hinzufügt, dass diese leicht resorbirbare Substanz auch sehr schnell das Blut wieder verlassen muss.

2) Die von Bernard berichtete Wirksamkeit des Curare vom Magen aus bei Vögeln stimmt sehr gut zu unserer Betrachtungsweise, da bekanntlich die Vögel kaum eine flüssige Harnsecretion besitzen.

Säufers rührt nicht vom Magen her, sondern von der Abdunstung des Alkohols aus den Lungen (denn es ist ein reiner Alkoholgeruch, gleichgültig welche Branntweinsorte getrunken worden). Nach dem hier Gesagten müssten z. B. bei Nierenkrankheiten, oder nach Nierenexstirpation gewisse Gifte ausnahmsweise auch vom Magen aus wirken, und ich würde es für bedenklich halten, wenn ein Nierenkranker eine Schlangenbisswunde aussöge, für ebenso bedenklich aber, einem Nierenkranken grosse Dosen von Kali nitricum zu verordnen; vielleicht erinnert sich mancher Kliniker unerklärlicher Erscheinungen bei solcher Gelegenheit, — deren Mittheilung höchst dankenswerth sein würde.

Es ist mir nun in der That gelungen, experimentell die Wirksamkeit der Gifte von sonst immunen Stellen nach Ausschliessung der Nierenfunction durch einen einfachen Versuch zu beweisen. Kaninchen werden von sehr grossen Curaredosen nicht im Geringsten afficirt, sobald dieselben in den Magen gebracht werden. Unterbindet man aber vorher die Nierengefässe, so führt schon eine mässige Curaredosis, in den Magen gespritzt, sehr schnell den Tod unter den charakteristischen Erscheinungen der Curarevergiftung herbei.

Bei diesen Versuchen starben die Thiere, nachdem zuerst das charakteristische Sinken des Kopfes eingetreten war, unter Krämpfen, welche das angewandte Gift sonst nicht hervorrief. Ich brachte daher einem der Thiere nach der Unterbindung der Nierengefässe, vor der Application des Giftes, eine Kanüle in die Trachea, und leitete, nachdem die Krämpfe eingetreten waren, sofort künstliche Respiration ein: die Krämpfe hörten augenblicklich auf, kehrten aber Anfangs, so oft die künstliche Athmung unterbrochen wurde, wieder; in diesem Zustande reagirten die Muskeln noch auf starke Reizung der Nerven. Einige Minuten später (13 Minuten nach Injection des Giftes [0,02 Grm.]) rief die Unterbrechung der künstlichen Athmung keine Krämpfe mehr hervor, auch wirkte jetzt die stärkste Reizung des Ischiadicus nicht mehr; während die Muskeln direct sehr gut erregbar waren und das Herz kräftig pulsirte. Dieser Versuch beweist, dass der Eintritt der Krämpfe dadurch

zu erklären ist, dass die Athemmuskeln bei den beschriebenen Versuchen früher vom Curare ergriffen werden als die übrigen Muskeln, sodass das Aufhören der Athmung Erstickungskrämpfe herbeiführt. Offenbar hängt dieser eigenthümliche Verlauf der Curarewirkung mit den besonderen Versuchsbedingungen zusammen; es wäre denkbar, dass das Gift vom Magen aus schnell in die benachbarten Muskeln (Zwerchfell) diffundirt, was aber bei gewöhnlicher Application in den Magen, bei welcher die Ausscheidung ungehindert ist, nicht zu Erscheinungen Anlass giebt. —

Für den Einfluss von Haut und Lunge auf die Wirksamkeit flüchtiger Gifte kann man ebenfalls Positives anführen. In der Zeit meiner Praxis ist es mir, obgleich dieselbe nur kurz war, zweimal begegnet, dass ich bei strenger Winterkälte zu Männern gerufen wurde, welche nach einer durchaus mässigen, das gewohnte Maass kaum erreichenden Dosis alkoholischen Getränks (einmal Wein, einmal Branntwein) einen apoplectiformen Anfall erlitten hatten, und erfahrene Aerzte haben mir bestätigt, dass dergleichen in der Winterkälte häufig vorkomme. Es liegt nahe, hier an eine von der Kälte herrührende Verzögerung der Alkoholausscheidung durch Haut und Lungen zu denken. Wenn man zwei Kaninchen von gleicher Grösse mit der gleichen, nicht zu grossen Dosis 40—50procentigen Alkohols vergiftet und das eine in die Kälte, das andere an den warmen Ofen bringt, so sieht man, dass jenes sehr schnell nach den gewöhnlichen Prodromalerscheinungen in einen tiefen Sopor verfällt, in welchem es stirbt, während das letztere einen nur undeutlichen Sopor erreicht und nach mehreren Stunden wiederhergestellt ist.

Für das Umgekehrte, Verhinderung der Alkoholvergiftung durch zu schnelle Ausscheidung, lässt sich eine von Pöppig u. A. mitgetheilte Beobachtung anführen, dass nämlich[1] „in den Andes auf grösseren Höhen der an Branntwein und starke spi-

---

1) Das Folgende ist dem Aufsatz von R. v. Schlagintweit „über den Einfluss der Höhe auf den menschlichen Organismus," Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde 1866, S. 337, entnommen.

rituöse Getränke nicht Gewöhnte ohne erhebliche Wirkung grosse Mengen zu sich nehmen kann. Vom Weine gilt dasselbe; denn alter Madeira äussert in Cerro de Pasco selbst auf diejenigen keine besondere Kraft, die vermöge ihrer Constitution sonst durch mässiges Trinken von Wein sehr aufgeregt werden. Auch Ulloa beobachtete dies in den Andes von Quito. Um die gewohnte Wirkung zu haben, muss man daher ausserordentliche Quantitäten von spirituösen Getränken zu sich nehmen, was auch in den Andes, wie sonst überall, höchst traurige Folgen nach sich zieht. In Cerro de Pasco, erzählt Pöppig, nahmen die Engländer, welche des Bergbaues wegen gekommen waren, und hier das winterliche Klima ihres Vaterlandes wiederfanden, zu den geistigen Getränken ihre Zuflucht, ohne jedoch andere Wirkungen als vermehrten Blutumlauf ohne Wärme, Müdigkeit und Betäubung zu erhalten. Getäuscht und in der Meinung, dass die Menge den Abgang an kräftiger Einwirkung ersetzen werde, ist mehr als einer zum Trinker geworden, und hat nur zu bald seine Thorheit mit dem Leben gebüsst.“ v. Schlagintweit, welcher diese Thatsachen ohne Erklärung mittheilt, fügt hinzu, dass in den Gebirgen Hochasiens weder er selbst noch andere Reisende eine Wirkung der Höhe beobachtet haben.

Wir haben hier in dem verminderten Luftdruck offenbar ein Beförderungsmittel für die Ausscheidung des Alkohols; dass die Behinderung der Intoxication in Hochasien nicht beobachtet ist, könnte vielleicht darin liegen, dass auf den Andes in der Gegend von Quito (nahe dem Aequator) eine etwas höhere Temperatur in gleicher Höhe herrscht als im Himalaya; aber abgesehen davon, fehlen die Barometerdaten, um directe Vergleichungen der entgegenstehenden Angaben machen zu können. Wenn die hier gegebene Erklärung richtig ist, so muss man schliessen, dass umgekehrt erhöhter Luftdruck schon geringe Alkoholdosen berauschend machen kann, ein Wink wie man sich in einem pneumatischen Cabinet ohne Beschwerung des Magens einen Rausch verschaffen könnte.

Ich will hier bemerken, dass ich versucht habe, die Verhinderung der Alkoholwirkung durch verminderten Luftdruck expe-

rimentell zu zeigen, indem ich von zwei gleichen, gleichzeitig mit gleicher Alkoholdose [1]) versehenen kleinen Kaninchen das eine sofort unter verminderten Luftdruck brachte. Die tubulirte Glocke einer Luftpumpe wurde mit einer Art Quecksilberventil und ausserdem mit einem hohen in Quecksilber eintauchenden Steigrohr mit Millimetertheilung verbunden; durch Veränderung der Stellung des Ventils und der Geschwindigkeit des Pumpens konnte ein beliebiger Luftdruck erreicht und trotz der beständig durch das Ventil einströmenden Luft durch beständiges Pumpen constant erhalten werden. So wurde der Einfluss des Sauerstoffmangels eliminirt, da das unter der Glocke befindliche Thier sich in einem Strom von Luft befindet. Allein diese Versuche haben bisher kein brauchbares Resultat ergeben, da die hierzu allein anwendbaren jungen Kaninchen einen so starken Darmgasgehalt haben, dass wenn man die Luftverdünnung etwa bis zu einem den Andesspitzen entsprechenden Grade treibt, heftige Dyspnoe und selbst der Tod durch Eintreibung des Zwerchfells in den Thorax eintritt; diese Erscheinung verhindert die Reinheit der Beobachtung, welche ohnehin an dem in einen kleinen Raum fast unbeweglich eingeschlossenen Thiere sehr schwierig ist. Indessen werde ich diese Versuche fortsetzen.

Von noch grösserer Fruchtbarkeit als für das Verständniss der acuten Vergiftungen sind die hier erörterten Verhältnisse für das der chronischen, als deren Prototyp wir die chronische Bleivergiftung betrachten wollen. Die Bleiarbeiter haben lange Zeit, trotzdem sie nachweisbar Blei in ihrem Körper haben (am Zahnfleischrande durch das hier sich aus faulenden Nahrungsresten entwickelnde Schwefelwasserstoffgas spontan zur Anschauung gebracht), nur höchst unbedeutende Vergiftungserscheinungen, mag man nun ihr kachektisches Aussehen von einem meist vorhandenen chronischen Gastrointestinalkatarrh, oder von einer tieferen nutritiven Störung durch die geringen

---

1) 5 Ccm. 25procentigen Alkohols in den Magen injicirt, reichen für ganz junge Kaninchen aus, um in 20 Minuten eine starke Vergiftung mit Sopor hervorzurufen.

im Körper vorhandenen Bleimengen ableiten. Sie befinden sich höchst wahrscheinlich in einem ähnlichen Compensationszustande, wie Jemand, welcher Kali nitricum vom Magen aus aufnimmt. Wie dort, geht die Ausscheidung des Bleies (durch die Nieren) der Aufnahme in dem Grade parallel, dass das Blut und der Organismus nicht den für die eigentlichen Vergiftungserscheinungen nothwendigen Bleigehalt erreichen. Diese (bestehend in Wirkungen hauptsächlich auf — glatte und quergestreifte — Muskeln) müssen aber sofort eintreten, wenn die Ausscheidung des Bleis durch die Nieren etwa plötzlich auch nur unbedeutend verlangsamt wird, und wieder nachlassen, wenn diese Verlangsamung aufhört. Ich muss es den Klinikern überlassen, festzustellen, ob nicht die Anfälle von Bleikolik, Bleicontractur und Bleilähmung regelmässig ihre Ursache in acuten Störungen der Harnsecretion haben; ist dem so, dann wären diese intercurrenten Vergiftungserscheinungen als Compensationsstörungen zu bezeichnen, und in eine Linie zu stellen mit dem Zustande eines Thieres, welchem man Curare in den Magen gebracht hat, und noch vor vollendeter Resorption plötzlich die Harnsecretion aufhebt.

Ganz ähnlichen Verhältnissen begegnen wir auf pathologischem Gebiet, sobald es sich um eine wirkliche, von Aussen eingeführte, oder im Organismus selbst entstandene Materia peccans handelt; auch hier muss es symptomenlose Compensationszustände zwischen Production und Ausscheidung des schädlichen Stoffes, und dann Compensationsstörungen geben. In letzterer Beziehung brauche ich nur auf die im Jahre 1865 von Traube aufgestellte Erklärung der Gichtanfälle hinzuweisen[1]), welche darin besteht, dass die im Gichtkranken beständig in abnormer Menge gebildete Harnsäure für gewöhnlich keine schädlichen Wirkungen äussert, weil die Ausscheidung der Bildung parallel geht; sowie aber die Ausscheidung (wegen Fällung der Harnsäure durch eine abnorme Säurebildung und Verstopfung

1) Leuthold, Mittheilungen aus der Traube'schen Klinik. I. Zur Theorie der Arthritis. Berliner klin. Wochenschrift 1865. Nr. 48.

von Nierenkanälchen durch Harnsäure) behindert wird, hört jener Compensationszustand auf, und es tritt nun die den Gichtanfall bedingende Ablagerung von Harnsäure in Gelenken u. s. w. ein. Aehnliche Erklärungen werden sich ohne Zweifel für viele pathologische Erscheinungen auffinden lassen.

Berlin, im Januar 1867.

Ich finde nachträglich, dass Bernard in seinen Leçons sur les effets des substances toxiques, Seite 332, bereits auf die Bedeutung der Ausscheidung für die Wirkung eines Giftes aufmerksam gemacht hat. Es heisst daselbst: „Pour que les effets charactéristiques du poison se produisent, il faut qu'il y en ait à un moment donné dans le sang une certaine quantité. Si cette quantité est suffisamment fractionnée et est administrée à des intervalles un peu éloignés, on peut la dépasser de beaucoup sans que l'animal en souffre, parce que l'élimination qui se fait constamment maintient ce qu'en renferme l'organisme au dessous d'une dose suffisante pour agir." Man sieht, Bernard brauchte nur noch einen Schritt zu thun, um dieselbe Erklärung wie für die Wirkungslosigkeit verdünnter oder auf Intervalle vertheilter Giftdosen auch auf die Wirkungslosigkeit vom Magen aus zu übertragen. Um so unbegreiflicher ist sein Schluss: „. . . le curare n'avait pas été absorbé, puisque l'animal n'en avait éprouvé aucun effet." (a. a. O. S. 285.)

Ueber das contractile Gewebe der Spongien.

Von

N. Lieberkühn.

(Vorgetragen in der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 17. Juli 1866.)

(Hierzu Taf. III. u. IV.)

Das contractile Körperparenchym der Schwämme tritt unter den verschiedensten Zuständen auf, welche von Kölliker in seinen „Icones histiologicae“ in folgender Weise richtig zusammengestellt sind:

a) Zellige Parenchyme mit gut begrenzten kernhaltigen Zellen,

b) Parenchyme mit spärlicher Zwischensubstanz,

c) Parenchyme mit viel Zwischensubstanz, in der runde, spindelförmige oder sternförmige Zellen liegen,

d) Endlich Parenchyme, in denen gar kein zellenähnlicher Körper, nur Zellenkerne und eine wechselnde Anzahl von Körnchen sich finden.

In anderen Fällen gelingt es nicht einmal, Kerne zu entdecken.

Kölliker erklärt, dass nach den bisherigen Beobachtungen sich als unzweifelhaft ergeben möchte, dass die Spongienzellen im Stande sind mit ihrem Protoplasma einmal in eine einzige zusammenhängende Grundmasse zusammen zu fliessen, die keine Spur von Zellen, nur Kerne zeigt, andere Male dagegen wieder als gut begrenzte gesonderte Gebilde aufzutreten. Die Parenchymformen, bei denen in einer reichlichen Zwischensubstanz

runde oder sternförmige Zellen liegen, deutet Kölliker als eine Zwischenform, indem er annimmt, dass beim Zusammenfliessen der Zellen erst nur die äussersten Protoplasmalagen sich vereinigen, die inneren Theile mit dem Kerne dagegen noch getrennt bleiben.

Oscar Schmidt (Supplement der Spongien des adriatischen Meeres, 1864) fasst die Zusammensetzung des contractilen Parenchyms der Schwämme anders auf. Er unterscheidet die ächten Zellen und die Sarkode. Sie liegen einzeln und in kleinen Conglomeraten durch den ganzen Schwamm zerstreut und zeichnen sich auf den ersten Blick durch ihre Formen und den nie mangelnden Kern vor den Sarkodetheilen aus; in solchen wirklichen Zellen entstehen nach ihm die Nadeln.

Für etwas von den ächten Zellen Verschiedenes erklärt dieser Forscher die Körnerballen mit und ohne hellen Fleck. Er sagt, dass diese Körnerballen nicht im Entferntesten den Namen von Zellen verdienen; sie seien weder nach ihrer Entstehung noch nach ihren Bestandtheilen als genuine Zellen aufzufassen, sondern ein Product oder Derivat der Sarkode. Was der helle Fleck in den Ballen bedeute, lässt er ungewiss; doch meint er, es könne wohl ein Kern sein.

Die Auseinandersetzungen, welche die Körnerballen als etwas nicht mit Zellen Zusammenhängendes darthun sollen, bestehen darin, dass an einem homogenen Parenchymbalken durch Anhäufung von Körnchen die Körnerballen in Form von Perlschnüren in ihrer allmählichen Entstehung beobachtet wurden. Hinzufügen muss ich übrigens, dass O. Schmidt die neuesten von mir in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv mitgetheilten Beobachtungen noch nicht vorlagen, und dass ebenso Kölliker bei der Abfassung seines Werkes die Schrift von O. Schmidt noch nicht kannte.

Die eben angeführten Verschiedenheiten und Widersprüche in der Auffassung derselben Erscheinungen lassen erneute Untersuchungen über das Verhältniss des Schwammgewebes zur Zelle wünschenswerth erscheinen. Es dürfte zu einer Entscheidung in der schwebenden Frage kein Object geeigneter sein, als die Gemmulae der Flussschwämme, welche noch Nichts

enthalten, was man Sarkode nennen könnte, aber von dem Augenblick an, wo ihr Inhalt seine Bewegungen beginnt, Schmidt's Sarkode in allen ihren Formen liefern und andererseits aus derselben wieder hervorgehen.

Die Gemmulae der Flussschwämme sind schon von Meyen und Laurent richtig beschrieben. Beide Forscher unterscheiden sie von den bewimperten Embryonen und den diesen vorausgehenden Entwicklungszuständen. Bei den Meerschwämmen hat man bisher noch nichts ihnen Entsprechendes beobachtet. Es sind kugelige Gebilde von $^1/_5$ bis 1 Millimeter im Durchmesser. Sie kommen sowohl im Winter als auch im Sommer vor. Bei den verästelten Arten von Spongilla sind sie oft das Einzige, was man im Winter an den Skeletten vorfindet; sie stecken alsdann fest zwischen den Nadelbündeln des Gerüstes und lassen sich oft schwierig unversehrt ablösen. Im Sommer findet man sie sowohl in grossen Mengen an den unteren Flächen der breiten Schwämme, womit sie auf den verschiedensten Gegenständen, Holz, Steinen, Schilf festsitzen, als auch vereinzelt mitten im Körperparenchym. Sie entstehen innerhalb der contractilen Substanz in den Wandungen des Kanalsystems und sind jedenfalls als Blutknospen der Schwämme anzusehen. Von manchen Arten bleiben nur sie den Winter hindurch auf den Kieselnadelgerüsten zurück, während die äussere Haut und die Wimperapparate nebst Ausströmungsröhren eingehen.

Die Bestandtheile der Gemmulae sind eine feste Schale und ein weicher Inhalt. Die Substanz der Schale, die an einer Stelle mit einer kreisförmigen Oeffnung versehen ist, gleicht dem Spongin, das die Nadeln des Gerüstes unter einander verbindet und ist entweder homogen oder auch mit Lücken versehen, in welchen die Kieselgebilde, die Amphidisken, stecken. Der weiche Inhalt verhält sich nicht zu allen Zeiten gleich; er lässt sich am besten dann wahrnehmen, wenn die Schale keine Amphidisken trägt (Spongilla lacustris). Dieselbe Schale ist alsdann ausserordentlich dünn und so durchscheinend, dass man den Inhalt durch sie hindurch erkennen kann. Er besteht in der ersten Zeit aus Zellen, welche dicht gedrängt bei einander liegen, so dass gar keine Zwischensubstanz zwischen ihnen

auftritt; ihre Gestalt ist noch nicht kugelrund, sondern sie sind gegen einander abgeplattet in der mannigfaltigsten Art. Drückt man diesen Inhalt der Gemmula aus, so bleiben die Zellen zunächst meist im Zusammenhang, sie kleben so fest zusammen, dass sie nur durch starken Druck von einander gelöst werden können. Man erkennt an ihnen eine durchsichtige Substanz, zweitens stark lichtbrechende Körner, drittens zwischen diesen den Kern nebst Kernkörper und zwar innerhalb jeder Zelle (Fig. 3).

Die durchsichtige Substanz ist sowohl an den Rändern als auch auf Druck zwischen den stark lichtbrechenden Körnchen sichtbar, jedoch nur schwierig, da die Körner in so grosser Masse vorhanden sind, dass die Zellen das Aussehen eines Körnerhaufens haben; an einzelnen Stellen schiebt sie sich in Form von spitzen und stumpfen Fortsätzen vor, die allmählich wieder eingezogen und durch neue ersetzt werden. Die dunkeln, platten Körner schwellen auf Zusatz von Säure und Alkalien auf und lösen sich darin. Der Kern ist mit seinem stark lichtbrechenden Kernkörper leicht sichtbar und auf Druck in jeder einzelnen Zelle nachzuweisen.

In etwas älteren mit bereits sich bräunenden Schalen versehenen Gemmulae unterscheidet man auch noch ohne Weiteres die Zellen; sie sind aber nicht mehr gegen einander abgeplattet, sondern kugelrund. Zwischen ihnen befindet sich eine Flüssigkeit in geringer Quantität. Drückt man den Inhalt der Schale in Wasser aus, so fliessen die Zellen sogleich auseinander und hängen nicht mehr zusammen, wie in dem vorigen Stadium. Auch machen sie keine amöbenartigen Bewegungen. Im Ganzen treten neben den grösseren mehr feine kaum messbare Körnchen auf, die namentlich im Umfange der Kugel sichtbar sind. Die kleinen Körnchen besitzen eine äusserst lebhafte Molecularbewegung, wie man sie bei den Speichelkörpern kennt, dieselbe macht die Annahme nothwendig, dass sie in einem leicht flüssigen Medium schwimmen, worauf E. Bruecke zuerst aufmerksam gemacht hat. Nach einiger Zeit zerfliessen die Zellen unter einem Ruck im Wasser, ohne dass sich genauer angeben liesse, worauf der Vorgang beruht.

Bringt man die Gemmula in Speichel oder verdünnte Zuk-

kerlösung, so verhalten sich die Zellen ganz anders; sie zerfallen nicht plötzlich unter den angeführten Erscheinungen, sondern erhalten sich längere Zeit unversehrt. Das Erste, was daran auffällt, ist, dass plötzlich ein grösseres Korn durch die Umhüllung der Kugel hindurchgleitet und auf der Aussenfläche kleben bleibt; bald geschieht dasselbe mit einem zweiten, dritten und so fort, so dass binnen Kurzem sich gar kein grosses Korn mehr innerhalb der Kugel befindet, sondern nur noch die kleinsten in einer durchsichtigen Flüssigkeit ihre Molecularbewegung in der Kugel fortsetzen. Dabei hat sich die Zelle um ein Bedeutendes vergrössert durch die in sie eindringende Flüssigkeit und nirgends ist in der Umhüllung eine Andeutung von einem Riss oder Loch zu bemerken an den Stellen, wo die Körner ausgetreten sind. Innerhalb der Umhüllungssubstanz selbst sind keine Körnchen eingeschlossen, sondern diese geht mit glattem Rand über die in ihr enthaltene, die Körnchen führende Flüssigkeit hinweg. Auch der Kern kann unter den angeführten Erscheinungen die Zelle verlassen, so dass schliesslich Nichts übrig bleibt wie eine durchsichtige Kugel, die aus einer festeren Umhüllung von geringer Dicke und einem flüssigen Inhalt mit äusserst feinen, die Molecularbewegung zeigenden Körnchen besteht.

Jetzt zerreisst plötzlich die Hülle an irgend einer Stelle und zieht sich mit so grosser Geschwindigkeit über die Inhaltsmasse zurück, dass man den Vorgang kaum wahrnehmen kann. Der Inhalt zerstiebt in dem ihn umgebenden Medium. Die Rindenschicht zieht sich zu einem kleinen Klümpchen zusammen, welches noch mit einigen der groben Körner bedeckt bleibt und endlich zerfällt. In einem späteren Zustande erhalten sich die aus der Gemmula ausgedrückten Zellen auch längere Zeit im Wasser, quellen aber auch schliesslich auf und zerplatzen.

Eine merkwürdige Veränderung erleiden die Zellen, wenn der ganze Inhalt der Gemmula durch den Porus die Schale verlässt und sich zur Spongille mit Einströmungslöchern, Ausströmungsröhre und Wimperapparaten entwickelt. Die bisher unbeweglichen kugeligen Zellen zeigen Bewegungserscheinungen. Die kugelige Zelle wird flach, legt sich an die benachbarten

sich ebenfalls abplattenden eng an und entsendet lange durchsichtige Fortsätze, in welche entweder alsbald auch die stark lichtbrechenden Körner eintreten, oder es verbindet sich mit einem solchen hyalinen Fortsatz ein ebensolcher von der daneben liegenden Zelle ausgesandter in der Weise, dass man eine Abgrenzung zwischen beiden nicht mehr wahrzunehmen vermag, jetzt rücken auch die Körnchen der Zellen in die hyalinen Massen ein und wenn so zwei Zellen diesen Vorgang beendet haben, sind die Körnchen so vertheilt, dass man einen einzigen grösseren abgeplatteten Klumpen vor sich sieht, in welchem die Kerne noch sichtbar sind oder von den dunkeln Körnern ganz verdeckt werden. Von Molecularbewegung der feinsten Körnchen ist jetzt Nichts mehr wahrzunehmen. Die ausgetretene Substanz rückt immer weiter von dem Porus fort und breitet sich mehr und mehr auf dem Glase aus, auf welchem die Gemmula lag, oder überzieht auch die Schale derselben, was selbstverständlich für die Beobachtung der contractilen Substanz äusserst ungünstig ist. Zu einer gewissen Zeit kann man die eine Hälfte der Zellen einer Gemmula noch innerhalb der Schale sehen, wie sie sich scharf gegen einander abgrenzen und ganz kugelig sind, während die andere hiermit noch zusammenhängende Hälfte gar keine Zellengrenzen mehr zeigt, sondern einen platten auf dem Glase festhaftenden Klumpen bildet, der von einem ununterbrochenen Saum von durchsichtiger Substanz umgrenzt und im Innern von Körnern und Kernen erfüllt ist.

Wenn die Bewegungen der aus der Gemmulae hervortretenden Spongille beginnen, gehören sie vorerst sicher den noch selbstständigen durch scharfe Grenzen von einander getrennten Zellen an. Eine hervorgetretene Zelle kann sich ganz in der Länge ausdehnen; ein spitzer Fortsatz tritt hervor und einzelne Körner rücken nach, diese häufen sich zu einem kleinen Ballen an, dann folgt zunächst durchsichtige Substanz, darauf wieder eine grössere Zahl von Körnchen, dann wieder durchsichtige Substanz und jetzt der Rest der Körner mit einem hellen Fleck in der Mitte. Nunmehr schliesst sich die zweite Zelle an. O. Schmidt beschreibt ähnliche Vorgänge an den Sarcodefä-

den von Reniera aquaeductus, um darzuthun, dass die Körnerballen mit und ohne helle Flecken Nichts mit Zellen gemein haben; er sucht aus der ihm in ihrer Entstehung dunkeln Sarkode die Körnerballen mit ihren hellen Flecken zu erklären und gelangt zu der ihm eigenthümlichen Vorstellung der Scheinzellen. Die von mir mitgetheilten Beobachtungen deuten an, dass mehrere Körnerballen einer einzigen Zelle angehören können, dass die hellen Flecke in ihnen Kerne von Zellen sind. Aber ein Körnerballen kann auch eine einzige Zelle darstellen, oder wenigstens den grössten Theil derselben, da nicht die ganze hyaline Substanz in ihn einzutreten braucht; breitet sich nunmehr die ausgekrochene Spongille mehr in die Fläche aus, so treten die mannigfaltigsten Formen durch die Anordnung der Körnchen und Kerne auf. So z. B. können die Körnerballen Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen aussenden zwischen die hyaline Substanz, und diese Fortsätze können mit einander in Berührung treten, so dass das Ganze aussieht wie ein Netzwerk verästelter Zellen in einer durchsichtigen Grundsubstanz mit Kernen in den Maschen. Die Deutung kann nicht schwierig sein. Dass die hellen Flecke Kerne von Zellen sind, davon hat man sich überzeugt, als sie noch in den isolirten Zellen der Gemmula steckten; dass die Körnchen dieselben sind, wie zuvor, das lehrt der Augenschein, und die hyaline Grundsubstanz sah man als Bestandtheil der Zelle, als sie sich auszubreiten und zu bewegen begann.

Während dieser Vorgänge beginnen die frei gewordenen und verschmolzenen Zellen sich zu vermehren, und zugleich die groben Körner zu verschwinden, so dass nur feinste Körnchen schliesslich noch vorhanden sind. Das geschieht besonders auffallend im äusseren Saum des Thieres, der immer durchsichtiger wird. Zerdrückt man jetzt ein solches Exemplar, so erhält man Zellen von sehr verschiedener Grösse; die mit den starken Körnern angefüllten sind weit grösser, als die wandständigen mit feinen Körnern versehenen, beide bewegen sich amöbenartig und unterscheiden sich im Uebrigen nicht von einander.

Zugleich erscheinen nun Lücken mitten in der contractilen

Substanz, die Anfänge des Canalsystems und in dieser die ersten Wimperapparate nebst den immer häufiger werdenden Nadeln des Gerüstes. Dabei erhebt sich die Spongie mehr und mehr und die Nadeln nehmen Stellungen ein, wie wir sie im ausgebildeten Schwamme finden. An irgend einer Stelle macht die äussere Hülle des Gebildes eine kegelförmige Hervorstreckung, nach welcher die Kanäle des Körpers hin auslaufen. Es ist dies die Ausströmungsröhre. Auch in ihr erkennt man die Körneranhäufungen mit Kernen im Innern, welche nunmehr überhaupt in allen möglichen Lagerungen auftreten und einem dauernden Wechsel unterliegen.

Die Körnermassen der einzelnen Zellen mit ihren Kernen bilden Klumpen, die dicht gedrängt bei einander liegen und über einander und das Aussehen von Zellen besitzen ohne Zwischensubstanz, obwohl ihre Selbstständigkeit bereits aufgehoben ist dadurch, dass zuvor schon die contractile Substanz der einzelnen Zellen zusammengeflossen war.

Die Körnerballen rücken in der Art aus einander, dass um jeden eine schwache Lage contractiler Substanz erscheint; es entsteht auf diese Weise ein Parenchym mit spärlicher Zwischensubstanz.

Die Körnerballen rücken noch weiter aus einander: dann erscheint die Zwischensubstanz reichlicher.

Die Körnerballen ändern ihre Form, sie werden spindelförmig oder sternförmig: es erscheint auf diese Weise ein Gewebe mit mehr oder weniger Grundsubstanz und spindel- oder sternförmigen Zellen.

Die Körnchen vertheilen sich ganz gleichmässig in der contractilen Substanz und die Kerne bleiben dabei sichtbar.

Die Körnchen verdecken die Kerne. Ob die Kerne wirklich untergehen können, bleibt noch zu erweisen.

Dies sind die verschiedenen Formen des Parenchyms, wie sie Kölliker zusammengestellt hat.

Will man den Uebergang der einen in eine andere in kürzester Zeit beobachten, so braucht man nur den Contractionen der Ausströmungsröhre die Aufmerksamkeit zuzuwenden. Man findet z. B. an solchen leicht den Zustand vor, wo die Körn-

chenballen weit auseinanderstehen und viel hyaline Zwischensubstanz sonach zwischen ihnen liegt; reizt man jetzt das Gewebe mechanisch, so verkürzt und verdickt sich die Röhrenwandung sofort sichtbar um ein Bedeutendes. Die Folge davon ist, dass die Körnerhaufen mit und ohne sichtbare Kerne dicht aneinanderrücken und die Zwischensubstanz fast ganz geschwunden erscheint und das Gebilde ein durchaus zelliges Aussehen annimmt. Wo die stärksten Ballen lagen, treten Höcker und Unebenheiten noch viel auffallender als zuvor auf der ganzen Oberfläche auf. In wenigen Minuten verlängert sich die Röhre wieder und nimmt die ursprüngliche Gestalt und das ursprüngliche Ansehen wieder an.

Die Embryonen der Schwämme.

Oscar Schmidt bestätigt in dem „Supplement der Spongien des adriatischen Meeres“ die von mir mitgetheilten Beobachtungen, welche sich auf das Vorkommen der Eier und Embryonen beziehen. Er fand die noch unbewimperten Embryonen in verschiedenen Stadien theils einzeln, theils reihenweis, theils in unregelmässigen Haufen in eigenen Bruthöhlen. Einen solchen Haufen sah er bei Reniera palmata in einer Ausbuchtung am Grunde der grossen Ausströmungsröhre eines kurzen dicken Astes. In allen Stadien der Entwicklung, abgesehen von den frühesten, besteht nach O. Schmidt's Angabe der Körper aus kugeligen Portionen, welche man auf eine Art von Klüftung zurückführen möchte; isolirte er diese Portionen durch Druck oder mit Nadeln, so erschienen die meisten als Körnchenballen ohne Membran und Kern. Bei Reniera palmata waren die Körnerballen oder Dotterportionen der jüngeren Embryonen, welche zwar schon Nadeln, aber noch keine Wimpern zeigten, grobkörniger, grösser und unregelmässiger, als im späteren bewimperten Stadium. In den späteren Stadien entdeckte Oscar Schmidt unzweifelhafte Zellen.

Im Laufe des vergangenen Sommers hatte ich mehrfach Gelegenheit, die verschiedenen Stadien des Furchungsprocesses an den Eiern der Spongillen zu beobachten. Ich zerschnitt die Spongillen, welche Eier enthielten, in feine Scheiben, liess die-

selben einen Tag im Wasser liegen und beobachtete sie nun. Es fanden sich Exemplare von zwei, drei, vier, acht und nicht mehr zu zählenden Furchungskugeln; die von mir schon früher in den Eiern beschriebenen stark lichtbrechenden grossen dunkeln Körner, welche auf Zusatz von Säuren aufquellen und dann feinste Körnchen in ihrem Innern zeigen, füllen fast die ganze Furchungskugel aus und verdecken namentlich den Kern; in einzelnen Fällen veränderten die Furchungskugeln ihre Form, sie waren zuerst platt gedrückt und wurden ganz kugelförmig, oder gingen in lange Ellipsoide über. Die am weitesten vorgeschrittenen Eier liessen auf Zusatz von Essigsäure oder Salzsäure am leichtesten die zahllosen kleinen Furchungskugeln erkennen. Die Zerklüftung schreitet äusserst langsam vor und es bedarf stundenlanger Beobachtung, um eine Vermehrung der Furchungskugeln wahrzunehmen; die ersten Stadien gestatten dies noch mit Hülfe einer Lupe.

Die Eier und Embryonen stecken in Lücken des contractilen Körperparenchyms; dasselbe gilt auch für die Zoospermien und die Zellen, aus denen sie hervorgehen; was ich früher als Samenkapsel beschrieben habe, ist nur eine Höhle mitten in der contractilen Substanz, welche sich vollständig wieder schliesst, sobald die Entleerung stattgefunden hat.

Die Embryonen verharrren bis zum Ausschwärmen in der von der contractilen Substanz gebildeten Hülle und rotiren lange Zeit in derselben vermöge ihres Wimperkleides. Während dieser Zeit entsteht eine Körperhöhle, welche von Flüssigkeit erfüllt ist. Die kleineren und grösseren Körner der Furchungskugeln verlieren sich mehr und mehr, und sie sind es, welche, so lange sie in grösseren Massen vorhanden sind, einen grösseren oder kleineren Theil des Embryo bei auffallendem Licht weiss, bei durchfallendem dunkel erscheinen lassen. Schon Hogg hatte bemerkt, dass der bei auffallendem Licht weisse Theil in der Regel beim Schwimmen nach hinten gerichtet ist. Dieser an Körnchen reichere Theil hat nicht immer dieselbe Form; häufig nimmt er fast genau die hintere Hälfte des ovalen Embryo ein, in anderen Fällen greift er mit kürzeren oder längeren Schenkeln nach vorn vor.

Wie ich schon früher mittheilte, haben die Wimperhaare eine ausserordentliche Länge. Die Zellen dazu glaubte ich früher in manchen Fällen deutlich gegen einander abgegrenzt zu sehen. Es sind dies aber nur scheinbare Zellengrenzen; in Wirklichkeit kommt die Erscheinung dadurch zu Stande, dass sich die äusserst feinen Körnchen rings um die kleinen Kerne lagern. Dies ist aber nicht immer der Fall', sondern sie zerstreuen sich auch unregelmässig durch die ganzen Zellen; dann sind weder scheinbare Zellengrenzen noch Kerne sichtbar, sondern die Grundlage der Wimperhaare erscheint ganz homogen. Setzt man jetzt verdünnte Säure zum Präparat, so kommen alsbald die wahren Zellengrenzen zum Vorschein; es löst sich nämlich die Epithelschicht in kleinern oder grössern Lappen vom Substrat ab und die äusserst kleinen cylindrischen oder kegelförmigen Zellen treten in ihrer vollständigen Abgrenzung hervor und lösen sich oft nach und nach von einander los. An einzelnen Stellen der zusammengerollten Lappen schien noch eine äusserst dünne glashelle Membran vorzukommen, welche zwischen Epithel und contractiler Substanz liegen würde. Bringt man zu dem Wasser, in welchem der lebende Embryo schwimmt, ein wenig Weingeist, so zerfallen die Zellen nicht sogleich, sondern bewegen sich noch lange amöbenartig und zwar so lebhaft, dass man kleine Amöben vor sich zu sehen glaubt. Die Wimperzellen haben einen, auch zwei oder drei Härchen, gerade so wie es bei den Zellen der Wimperkanäle der Grantien und Sykonen vorkommt, mit denen sie überhaupt die grösste Aehnlichkeit besitzen.

Die eigentliche Masse des Embryo wird von kernhaltigen contractilen Zellen gebildet, welche theilweise auch Kieselnadeln in ihrem Innern enthalten und durch schwache Säuren gleichfalls isolirt werden können. Das ganze Gewebe stimmt aber vollständig mit dem contractilen Körperparenchym der ausgebildeten Schwämme überein. Das lässt sich während des Schwärmens der jungen Spongillen mit Sicherheit beobachten. Es kommt nämlich vor, dass sich die contractile Substanz von der Epithelschicht des Embryo auf kleinen oder grössern Strekken zurückzieht (vergl. Fig. 8). Man findet hier abweichend

von dem gewöhnlichen Zustand unterhalb der Wimperzellenschicht einen anscheinend allseitig geschlossenen Sack, dessen Boden stark verdickt ist und mit dem Wimperepithel zusammenhängt. Der stark verdickte Theil besteht aus contractilen, mit vielen stark lichtbrechenden Körnchen angefüllten Zellen; die übrige von dem Wimperepithel abstehende Schicht ist das gewöhnliche contractile Parenchym der Spongille. Dass es wirklich contractil ist, zeigen die fortdauernden Veränderungen, welchen die Form des Sackes unterliegt; er dehnt sich oft auch wieder so aus, dass er sich mit seiner ganzen Aussenfläche an die Innenfläche des Epithels anlegt, wodurch das gewöhnliche Aussehen der schwärmenden Spongille wiederhergestellt ist.

Der zurückgezogene Sack kann aber auch durch Pseudopodien mit der Epithelschicht in Verbindung bleiben (Fig. 7). Man sieht sie von verschiedener Länge und Dicke zwischen der Aussenfläche des Sackes und der Innenfläche der Epithelschicht hin und her ziehen und sich dauernd in ihrer Form verändern; sie können auch ganz eingezogen werden und sich andererseits so verdicken und an der Innenseite der Epithelschicht ausbreiten, dass die Zwischenräume zwischen ihnen wie Vacuolen innerhalb der contractilen Substanz erscheinen (Fig. 9). Da der Embryo bei allen diesen Vorgängen seine äussere Form und Grösse behält, so muss man annehmen, dass die Flüssigkeit aus dem Sack aus- und eintreten kann.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Zellen einer jungen Knospe.

Fig. 2. Zellen einer älteren Knospe.

Fig. 3. Zellen einer im Auskriechen aus der Schale begriffenen Gemmula.

Fig. 4. Die contractile Substanz einer eben ausgekrochenen Gemmula mit nicht mehr erkennbaren Zellengrenzen.

Fig. 5. Zurückgebliebene Zellennetze und isolirte Zellen einer vom Glase abgelösten Spongille. Vergrösserung etwa 400fach.

Fig. 6. Gewöhnlicher Zustand einer bewimperten Spongille. Vergrösserung 120fach.

Fig. 7. Veränderter Contractionszustand mit Pseudopodien.

Fig. 8. Derselbe, die Pseudopodien eingezogen.

Fig. 9. Stärkere Pseudopodien, welche unter der Wimperzellenschicht zusammengeflossen sind und dadurch scheinbare Vacuolen bilden.

Fig. 10. Isolirte contractile Wimperzellen nach Behandlung mit Essigsäure. Vergrösserung 400fach.

Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose.

Von

M. Traube, Dr. phil.

---

1. Vorbemerkungen.

(1.) Für die Erklärung des allgemeinsten und wichtigsten organischen Processes, der Bildung und des Wachsthums der Zellen, hat die Physik bisher keine Handhabe geboten. Niemals ist eine analoge Erscheinung ausserhalb des Organismus wahrgenommen worden.

Die Beobachtung Ascherson's, dass Fetttropfen in Eiweisslösung sich mit einer Membran bekleiden, bot keine Vergleichungspunkte, da diesen Gebilden die Fähigkeit zu wachsen, verschiedene Formen anzunehmen und ihren Inhalt durch Endosmose zu ändern, abgeht, die organischen Zellen überdies, wie directe Beobachtungen lehren, niemals durch Umkleidung eines Fetttropfens mit einer Membran entstehen.

(2.) Ich werde in Nachstehendem zeigen, dass die Bildung geschlossener, des Wachsthums in verschiedenen Formen fähiger Bläschen ein, unter gewissen Bedingungen und bei einer bestimmten Beschaffenheit der auf einander wirkenden Stoffe, jedesmal auftretender einfach physikalischer Vorgang ist. Selbstverständlich kann nicht die Rede davon sein, dass die so gebildeten künstlichen Zellen auch alle übrigen Eigenschaften organischer Zellen besitzen. Die Bildung geschlossener, des Wachsthums in verschiedenen Formen fähiger Bläschen ist nur einer der vielen Processe, die zusammenwirkend das vor-

stellen, was wir Leben nennen. Die Fähigkeit der organischen Zellen, von aussen aufgenommene Stoffe in eine ihrem Inhalt gleichartige Substanz umzuwandeln, sich zu neuen Zellen zu zertheilen, oder in ihrem Inneren neue zu erzeugen u. s. w. — jede dieser Erscheinungen muss den Gegenstand neuer physikalischer Untersuchungen bilden.

Man könnte zweifelhaft sein, ob der von mir aufgefundene Process der Zellenbildung mit dem in der organischen Welt thätigen identisch ist, da gleiche Erscheinungen durch verschiedene Ursachen bedingt sein können. Auf diesen Einwurf werden wir später zurückkommen nach Mittheilung der Versuche und nachdem man deren auffallende Aehnlichkeit mit den betreffenden Erscheinungen der organisirten Welt kennen gelernt hat.

(3.) Meine Untersuchungen nahmen ihren Ausgangspunkt von der physiologisch festgestellten Thatsache, dass das Protoplasma, der schleimige Inhalt, der wesentlichste Bestandtheil der Zelle ist, aus dem alle ihre übrigen Bestandtheile entstehen, die Membran insbesondere durch Erhärtung seiner äussersten Schicht. Das auf diese Weise entstehende, geschlossene Bläschen hat die Eigenschaft zu wachsen, indem sich der Inhalt durch Endosmose vergrössert, gleichzeitig aber auch in demselben Maasse die Membran an Umfang zunimmt. Die Erhärtung des Protoplasmas (die Membranbildung) beschränkt sich demnach nur auf die äusserste peripherische Schicht in der Weise, dass sich bei dem Wachsthum der Zelle die neu erhärtenden Molecüle zwischen die bereits erhärteten Molecüle der vorhandenen Membran einlagern.

Es ist durch die genialen Untersuchungen Nägeli's über allen Zweifel erhoben, dass das Wachsthum der Membran in der angegebenen Weise durch Intussusception erfolgt und dieser eigenthümliche, der Bildung von Krystallen durch Apposition der Molecüle gleichsam entgegengetzte Vorgang war vor Allem physikalisch zu erklären.

(4.) Eine Handhabe hierzu schien mir in der bedeutenden Entdeckung Graham's gegeben, dass unkrystallisirbare Stoffe

(von ihm Colloide genannt) z. B. Eiweiss, Leim, Gummi, Gerbsäure u. s. w. unfähig sind, durch colloide Membranen zu diffundiren.

Da erfahrungsgemäss die Niederschläge, die colloide (amorphe) Stoffe unter einander bilden, fast immer wieder amorph sind, so durfte man voraussetzen, dass ein Tropfen eines in Wasser gelösten Körpers A in die wässrige Lösung eines Colloids B gebracht, welches mit A eine unlösliche Verbindung eingeht, sich sofort mit einem unlöslichen, amorphen Ueberzug bekleiden würde, der seinen beiden Componenten A und B jede weitere Einwirkung auf einander verwehrte. Auf diese Weise musste eine geschlossene Membran entstehen.

(5.) War ferner der Tropfen A concentrirter, als die umgebende Lösung von B, so musste gleichzeitig unter Vergrösserung des Tropfens A ein endosmotischer Wasserstrom durch die geschlossene Membran von B nach A gehen. Der Tropfen A musste wachsen und die Molecüle der geschlossenen Membran durch die eintretende Spannung so weit auseinander gedrängt werden, dass neue Molecüle der inneren Flüssigkeit mit der äusseren Lösung in Berührung kamen und, erhärtend, die Substanz der Membran vermehrten. Der Process der chemischen Fällung konnte sich wegen colloider Beschaffenheit der Membran niemals in den Tropfen hinein, sondern immer nur auf dessen peripherische Schicht erstrecken. Der Process der Intussusception war dann in einfachster Weise nachgeahmt, und in Zusammenhang damit die Bildung und das Wachsthum der Zellen auf ein physikalisches Phänomen zurückgeführt.

Alle diese Voraussetzungen sah ich in überraschender Weise bestätigt, wenn auch erst nach vielen vergeblichen Versuchen, von denen ich einige dennoch für mittheilenswerth halte, da sie wesentlich zur Erhellung der Theorie des Processes beitragen.

2. Zellenbildung aus Leim und Gerbsäure.

(6.) Es giebt im Ganzen nur sehr wenige lösliche Colloide, die mit einander zu unlöslicher Verbindung zusammentreten. Am Geeignetsten zu den beabsichtigten Versuchen schienen

mir Leim und Gerbsäure, die in wässriger Lösung zusammengebracht, einen vollkommen amorphen, flockigen, weissen Niederschlag erzeugen.

Versuch. Ich goss mittelst einer eisernen Form Kugeln[1]) von Leimgallerte (1 Theil des unter dem Namen „Gelatine" bekannten farblosen, ziemlich reinen Leims auf 2 Gewichtstheile Wasser) und brachte eine solche Kugel von 14,5 Mm. Durchmesser und 1,79 Gr. Gewicht in eine 1,4 procentige Lösung von Gerbsäure. Sie überzog sich mit einer schmutzig grauen[2]), fast undurchsichtigen Haut von so geringem Zusammenhang, dass sich zahlreiche, feine Theilchen ablösten, die umgebende Flüssigkeit anfänglich trübten und nachher als Niederschlag auf den Boden des Gefässes sich senkten.

Die Kugel nahm durch Wasseraufnahme an Volum zu und hatte nach 13 Tagen ein Gewicht von 6,5 Gr. und einen Durchmesser von ca. 22 Mm. Die Einwirkung der Gerbsäure hatte sich trotz der langen Dauer des Versuchs nur auf den Umfang der Kugel erstreckt, eine dünne, leicht ablösbare und zerreissliche, pelzige Haut bildend. Die eingeschlossene Leimmasse war zu Ende des Versuchs klar durchscheinend und elastisch, wie zu Anfang.

(7.) Versuch. Unterwarf man unregelmässig geformte Stücke von Leimgallerte demselben Versuch, so quollen sie unter der Haut von gerbsaurem Leim auf, indem sie ihre unregelmässige Form beibehielten. Niemals verloren sich hier die Ecken und Kanten, niemals bildete sich hier eine Kugelform aus. Die Molecüle der Gallerte, obschon durch die Quellung (endosmotische Wasseraufnahme) aus einander rückend, behielten ihre relative Lage bei.

Durch diesen, mit gleichem Resultat mehrfach wiederholten Versuch war erwiesen, dass es amorphe Niederschläge

1) Man brachte den Leim deshalb in eine regelmässige (Kugel-) Form, um die Zunahme des Volums in der verdünnten Gerbsäure leichter wahrnehmen zu können.

2) Die graue Färbung rührt von einem Eisengehalt aus der Kugelform her. Nicht eisenhaltige Leimgallerte überzieht sich in Gerbsäure mit einer mattweissen Haut.

giebt, die, durch chemische Einwirkung zweier amorpher Körper entstanden, deren weitere Wechselwirkung, nicht aber das endosmotische Durchströmen der Wassermolecüle hindern.

(8.) Versuch. Eine Kugel von Leimgallerte (von 1 Theil Gelatine und 2 Theilen Wasser) von 1,79 Gr. Gewicht wurde in 70 Cc. einer 1,4 proc. Lösung von Gerbsäure gebracht, die ausserdem 0,2 Gr. (krystallisirte) Weinsäure enthielten. Es zeigten sich hier die nämlichen Erscheinungen der Hautbildung einerseits und der Quellung des eingeschlossenen Inhalts andererseits, wie im vorigen Versuch, mit dem Unterschied, dass die Quellung hier viel bedeutender war. Nach 13 Tagen hatte die Kugel durch Wasseraufnahme ein Gewicht von 14,4 Gr. erlangt und der Inhalt nicht mehr die anfängliche, gallertig-elastische Beschaffenheit, sondern eine zäh-schleimige Consistenz.

(9.) Versuch. Eine ähnliche Erscheinung gab eine lufttrockene Leimkugel in 22 Cc. einer concentrirteren (5procentigen) Gerbsäure, die ausserdem 0,4 Gr. (krystallisirte) Weinsäure enthielten. Hier war der Inhalt der mit gerbsaurem Leim überzogenen Kugel bereits nach 3 Tagen schleimig flüssig geworden unter sehr beträchtlicher Zunahme des Volums. (Die Kugel hatte sich von 12 Mm. Durchmesser zu einem platten Sphäroid von 18 Mm. Höhe und 23 Mm. Breite vergrössert.)

(10.) Versuch. Wurde der Gerbsäure statt Weinsäure Essigsäure zugefügt (1 Cc. auf 70 Cc. der 1,4 proc. Gerbsäurelösung), so wurde ebenfalls eine viel stärkere Quellung und Gewichtszunahme der Leimkugel (von 1,79 Gr. bis zu 13 Gr. in 13 Tagen), als in blosser Gerbsäure (s. 6.) beobachtet. Auch hier wurde der Inhalt zähschleimig.

(11.) Mochte die Leimgallerte durch den Zusatz der geringen Menge Wein- oder Essigsäure chemisch verändert oder nur ihre Cohäsion verringert worden sein, — ich zog aus den wahrgenommenen Erscheinungen den Schluss, dass die gallertige Beschaffenheit des Leims seiner endosmotischen Kraft entgegenwirke, dass die Leimmolecüle um so mehr und rascher Wasser durch Endosmose aufnehmen, je geringere Cohäsion sie

besitzen, dass mithin Körper, die nicht gallertig erstarren, eine viel bedeutendere endosmotische Kraft äussern müssten.

(12.) Versuch. Die bisherige Versuchsweise wurde deshalb umgekehrt und Gerbsäure (die bekanntlich selbst bei starker Concentration nicht zu Gallerte erstarrt und selbst nach vollkommener Eintrocknung eine leicht lösliche Masse bildet) in Leimlösung eingebracht in folgender Weise:

Ein Glasstab wurde zunächst in eine stark eingedickte, zähflüssige Gerbsäurelösung eingetaucht, so dass ein kleines Tröpfchen daran hängen blieb. In eine erkaltete, noch flüssige Auflösung von 1 Gr. Gelatine in 50 Cc. Wasser eingetaucht, bekleidete sich das Tröpfchen bald mit einer schwach opalescirenden Membran von gerbsaurem Leim, innerhalb deren es sich in wenigen Minuten unter bedeutender Anschwellung löste. Nach 5 Minuten bereits hatte sich eine birnförmige, mit dem Kopf nach unten gerichtete Blase gebildet, die sich innerhalb 24 Stunden zu einer fast kugelförmigen, mit klarem Inhalt gefüllten Zelle von ca. 8 Mm. Durchmesser ausdehnte. Die Leimlösung war inzwischen zu einer zarten Gallerte erstarrt.

Auch später wuchs die Zelle noch beträchtlich, indem sie der umgebenden Leimgallerte Wasser entzog.

(13.) Der folgende Versuch giebt einen weiteren Belag dafür, wie sehr alle diejenigen Bedingungen, die die Coagulationsfähigkeit des Leims vermindern, nicht nur seine endosmotische Kraft, sondern auch die Cohärenz und Homogenität des von ihm mit Gerbsäure gebildeten Niederschlages vermehren.

Versuch. In eine frisch bereitete, verdünnte, noch flüssige kochsalzhaltige Leimlösung (auf 1 Theil Leim 11 Theile Wasser und 0,05 Theile Kochsalz) wurde das abgerundete Ende eines Glasstabs getaucht und der anhängende, möglichst gross genommene Tropfen so lange am Glasstab gedreht, bis er eben zu erstarren begann. (Temperatur des Arbeitszimmers 21° C.) Hierauf in eine Flüssigkeit getaucht, die aus 37 Cc. Wasser, 3 Cc. 15proc. Gerbsäure und 3 Cc. 5proc. Kochsalzlösung bestand (d. h. ungefähr 1 pCt. Gerbsäure und 0,35 pCt. Kochsalz

enthielt) bekleidete sich der Tropfen mit einer ihn scharf umgrenzenden, völlig klaren, glasartig durchsichtigen Membran, innerhalb welcher er sofort wieder flüssig wurde und sich in wenigen Minuten zu einer mit wasserklarem Inhalt gefüllten Blase ausdehnte.

Bei der geringen Festigkeit der Membran senkte sich die birnförmige, mit dem Kopf nach unten gerichtete Blase auf den Boden des Gefässes, indem sie mit dem Glasstab durch eine schlauchförmige Röhre verbunden blieb, die sich allmählich zu einem dünnen Bande zusammenzog. 30 Minuten nach Beginn des Experiments auf den Boden des Gefässes angelangt, breitete sich die schon vorher schwach irisirende Blase zu einem platten Sack aus, dessen Membran wegen ungemeiner Feinheit, einer Seifenblase ähnlich, in den glänzendsten Regenbogenfarben schimmerte.

Noch $2^1/_4$ Stunden nach Beginn des Versuchs irisirte die Membran, späterhin nicht mehr. Der Inhalt wurde zuletzt unter Trübung gallertig fest.

(14.) Derselbe Versuch mit dem eben erstarrten Tropfen einer concentrirteren und kochsalzhaltigeren Leimlösung (3 Theile Leim, 18 Theile Wasser und 0,13 Theile Kochsalz) in der nämlichen Gerbsäurelösung angestellt, gab dieselben Erscheinungen, aber mit noch mehr beschleunigter endosmotischer Ausdehnung der entstehenden Zelle.

15.) Zum Gelingen der eben beschriebenen Versuche ist es durchaus nöthig, dass der Leimtropfen nicht bereits lange vorher erstarrt ist und sowohl die Leim-, als auch die Gerbsäurelösung Kochsalz enthält, wie aus folgenden Parallelversuchen hervorgeht:

1) War der Leimtropfen schon lange vorher geronnen, so war die in Gerbsäure gebildete Haut trübe und das endosmotische Anschwellen des Inhalts erfolgte eben so langsam, wie im Versuch sub 6. (Wurde er andererseits noch flüssig und nicht ganz abgekühlt in die Gerbsäure gebracht, so zerfaserte er sich zu einem weissen Niederschlag.)

2) Bekam die Leimlösung keinen Zusatz von Kochsalz, so bildete sich, wenn man einen eben erstarrten Tropfen nahm,

zwar ebenfalls sofort eine klare, glasartig-durchsichtige Membran; das rasche Anschwellen des Tropfens aber hörte bald durch eintretende Gerinnung auf.

3) Gab man dem Leimtropfen einen Zusatz von Kochsalz, nicht aber der umgebenden Gerbsäure, so dauerte das rasche Wachsthum zwar länger als im vorigen Falle, aber nicht so lange, als in den Versuchen sub 13. und 14., wahrscheinlich deshalb, weil der Kochsalzgehalt der Leimlösung durch die Membran in die umgebende Gerbsäure diffundirte und durch die erfolgte Verdünnung seine Eigenschaft einbüsste, die rasche Coagulation des Leims aufzuhalten.

(16.) Stellte man den Versuch sub 13. mit der einzigen Abänderung an, dass man die Leimlösung nicht als einen am Glasstab hängenden Tropfen in die Gerbsäure brachte, sondern ein Stückchen frischer Leimgallerte auf dem Boden des Gefässes mit Gerbsäure übergoss, oder ein damit gefülltes Näpfchen in die Gerbsäure hineinstellte, so gelang der Versuch nicht.

Es überzog sich zwar auch dann die Oberfläche des Leims anfänglich mit einer klaren Membran, die rasche endosmotische Anschwellung hörte aber bald unter Erstarrung des Leims und allmählicher Trübung der Membran auf.

(17.) Diese Erscheinung ist in folgender Weise zu erklären:

Hängt der Tropfen an einem Glasstab *frei* in der Flüssigkeit, so ziehen zunächst *alle* der Membran angrenzenden Leimtheilchen Wasser durch dieselbe hindurch an und indem sie hierdurch specifisch leichter werden, steigen sie auf, um sich in dem oberen Zellenraum anzusammeln, während die endosmotisch noch nicht verdünnten Leimtheilchen hinabsinken, um ihrerseits wieder sich endosmotisch zu verdünnen, dann aufzusteigen u. s. w.

So findet eine fortwährende Strömung in dem Inhalt der Zelle statt und *der untere Theil derselben stellt sich als der eigentliche Heerd des endosmotischen Vorgangs dar*, der in dem oberen Raum, wo sich die verdünnte Leimlösung sammelt, bald still steht.

Sobald demnach gerade die untere Fläche des aufliegenden Leimtropfens (wie in Vers. 16.) von der Berührung mit der umgebenden verdünnten Gerbsäure ausgeschlossen ist, so geht der endosmotische Process und mit ihm die Verdünnung und Anschwellung des Leimtropfens nur äusserst langsam vor sich und dieser erstarrt, ehe die in den Versuchen 13. und 14. beschriebenen Erscheinungen auftreten können.

(18.) Die Eigenschaft des Leims, zu fester Gallerte zu gerinnen, zeigte sich demnach in allen Fällen als das wesentlichste Hinderniss für eine vollkommenes Gelingen der Versuche.

Nicht nur die endosmotische Kraft des Leims erfährt durch die gallertige Consistenz eine bedeutende Schwächung (s. 11.), — auch die Fähigkeit, einen Niederschlag in Form einer klaren glasartig durchsichtigen Membran zu erzeugen, besitzt der Leim nur dann, wenn er noch flüssig oder nicht völlig geronnen ist (s. 13. und 14.). Völlig geronnen bildet er mit Gerbsäure immer nur trübe, wenig zusammenhängende Häute.

(19.) Der gallertige Zustand beruht, wie es scheint, auf einer bestimmten Lagerung der Molecüle nach der Richtung, in der sie sich am stärksten anziehen.[1]) Dafür, dass die richtende Kraft dieser Anziehung nicht beträchtlich ist, spricht die Thatsache, dass das Gelatiniren eine meist langsame, bei sehr verdünnten Lösungen erst nach mehreren Stunden, ja Tagen eintretende Erscheinung ist. Dennoch reicht diese geringe Cohäsion hin, bei der Verbindung des Leims mit Gerbsäure der Lage-

1) Die wechselseitige Anziehung der, wie im Verlauf der Abhandlung sich ergeben wird, ungemein grossen Leimmolecüle übertrifft in ihrer räumlichen Wirkung die Grösse der Molecüle offenbar um ein Vielfaches und nimmt, obgleich an sich nicht beträchtlich, doch mit der Entfernung der Molecüle nur sehr langsam ab. Der Beweis dafür liegt darin, dass der Leim selbst bei Verdünnung mit der 100fachen Gewichtsmenge Wasser noch eine Gallerte mit bestimmter Lagerung der Molecüle bildet, und dass die Cohärenz der Gallerte allerdings um so geringer ist, je mehr Wasser sie einschliesst und je weiter die Leimmolecüle von einander entfernt sind, aber mit dem zunehmenden Wassergehalt verhältnissmässig nur langsam abnimmt.

rung der neu entstehenden Molecüle einen Widerstand entgegen zu stellen. Nur, wenn dieser Widerstand nicht vorhanden, oder vorher beseitigt ist, vermögen sich die Molecüle des gerbsauren Leims nach den durch ihre gegenseitige Anziehung bestimmten Richtungen zu einer klaren Membran zusammenzulegen.

(20.) Da in allen mitgetheilten Versuchen die Eigenschaft des Leims zu gelatiniren, sich im Beginn oder weiterem Verlauf des Experiments als störendes Moment erwies, so musste die weitere Forschung darauf gerichtet sein, ein Verfahren zu finden, wodurch dem Leim die Gerinnungsfähigkeit benommen werden konnte, ohne ihm seine Eigenschaft zu rauben, mit Gerbsäure eine unlösliche Verbindung einzugehen.

Zahlreiche derartige Versuche, Vermischen der Leimlösung mit Eiweiss, Gummi, Traubenzucker, mit Salz-, Essig- oder Weinsäure in den verschiedensten Verhältnissen führten nicht zum Ziel, bis ich mich endlich der Thatsache erinnerte, dass der Leim durch lange anhaltendes Kochen mit Wasser seine Fähigkeit zu gerinnen einbüsst.

Mit solchem Leim sind die im nächsten Abschnitt mitgetheilten Versuche angestellt. Ich nenne ihn der Kürze wegen βLeim zur Unterscheidung von dem gewöhnlichen, den ich mit αLeim bezeichne.

(21.) Ich hatte vorher noch ein zweites Verfahren gefunden, die Coagulationsfähigkeit des Leims zu beseitigen: 3 Gr. Gelatine wurden in der Wärme unter Ersatz des verdampfenden Wassers mit einer zur vollständigen Fällung nicht genügenden Menge Gerbsäure (0,7 Gr.) und 10 Gr. Wasser digerirt. Nach dem Erkalten erhielt man unter Abscheidung eines zusammenhängenden Gerinnsels eine etwas trübe Lösung, die eine, selbst bei starker Concentration nicht coagulirende (basisch gerbsaure) Leimverbindung enthielt. Durch Wasser wird sie milchig trübe unter Abscheidung von gerbsaurem Leim. In Gerbsäure gebracht, bildet sie mit Leichtigkeit Zellen, deren Inhalt aber bei endosmotischer Wasseraufnahme trübe wird durch die oben erwähnte Abscheidung von gerbsaurem Leim.

Ich glaube die mit dieser Verbindung angestellten Versuche,

die ich in einer „vorläufigen Mittheilung“ beschrieb, hier übergehen zu können, da die damals noch nicht angestellten Versuche mit βLeim viel schärfere Resultate ergaben.

3. Zellenbildung aus βLeim und Gerbsäure. Ursache der Spannungserscheinungen in den Zellen.

(22.) Darstellung des βLeim. 50 Gr. Gelatine und 200 Gr. Wasser wurden in einem Kolben in einem Bade von Stearinsäure erhitzt bis zum Kochpunkt der Lösung, der durch den starken Leimgehalt auf 101° C. erhöht war. In der Mündung des Kolbens befand sich ein Kork, durch den ein mit kaltem Wasser umgebenes, senkrechtes Rohr durchging, so dass die Wasserdämpfe beständig zurückflossen. Nach 12stündigem Kochen war die Gallerte beim Erkalten nicht mehr fest, nach (im Ganzen) 31stündigem Kochen blieb die Lösung nach dem Erkalten flüssig, ohne selbst nach 36 Stunden zu coaguliren. Nur zu sehr starker Concentration eingedampft, bildete sie nach dem Erkalten noch eine Art Gallerte von geringer Consistenz, die sich aber in Wasser leicht löste. Diese Eigenschaft, bei sehr starker Concentration noch eine zarte Gallerte zu bilden, konnte durch noch länger fortgesetztes Kochen nicht beseitigt werden.

(23.) Filtrirt und durch Stehen an der Luft oder durch Abdampfung trocknet der so behandelte Leim zu einer spröden, rissigen, leicht zerreiblichen, etwas geblich gefärbten Masse ein, die sich mit Leichtigkeit in Wasser löst und mit Gerbsäure Niederschläge von demselben Aussehen giebt, wie die Lösung des gerinnbaren αLeims.

(24.) In concentrirter Gerbsäure löst sich der βLeim reichlich schon bei gewöhnlicher Temperatur, noch weit mehr in der Wärme. Die Lösung mit Wasser verdünnt, trübt sich stark unter Ausscheidung von gerbsaurem Leim, da die Löslichkeit des Leims in Gerbsäure mit der Verdünnung rasch abnimmt.

(25.) Umgekehrt löst sich die Gerbsäure in concentrirtem βLeim und um so weniger, je verdünnter der letztere. Wasser löst den gut gewaschenen gerbsauren βLeim kaum spurweis, da

es selbst nach mehrtägigem Stehen mit diesem Niederschlag, mit schwefelsaurem Eisenoxyd auf Gerbsäure geprüft, eine kaum wahrnehmbare Bläuung zeigte.

(26.) Zur Darstellung der Zellen wurde das Ende eines Glasstabs in eine erwärmte, sehr concentrirte, beim Erkalten erstarrende Lösung von β Leim getaucht und der herausgehobene, mehr oder weniger grosse Tropfen [1]), nachdem man ihn gewöhnlich einige Stunden hatte an der Luft trocknen lassen, am Glasstab in Gerbsäurelösung getaucht, so dass die sich bildende Zelle senkrecht am Glasstab herabhing.

(27.) Versuch. Die Zellen zeigen beträchtliche Verschiedenheiten je nach der Concentration der angewandten Gerbsäurelösung, wie nachstehende Versuche ergeben:

1) In 0,8proc. Gerbsäure [2]) hob sich nach wenigen Minuten eine prall gespannte, kugelförmige krystallklare Membran mit einfachem Glasglanz (nicht irisirend) von dem Leimstückchen ab, die aber bald platzte. Trotz wiederholter Versuche gelang es in so verdünnter Lösung nicht, länger dauernde Zellen zu erhalten. (s. sub 62.).

(28.) 2) In 1,1proc. Gerbsäure erschien ebenfalls eine kugelige, glasglänzende Zelle, die aber auch trotz grösster Vorsicht bald platzte.

(29.) 3) Seltener platzten die Zellen, die sich in 1,6–1,8proc. Gerbsäure bildeten. Auch sie hatten sphärische Form und eine glasglänzende, nicht irisirende Membran.

(30.) 4) In 3proc. Gerbsäure hob sich die Membran nicht mehr kugelförmig von allen Seiten des Leimkerns ab, sondern

---

1) Wollte man sehr grosse Zellen darstellen, so wurde der Glasstab nach kleinen Zeitintervallen wiederholt in die Lösung getaucht.

2) In einer noch verdünnteren Säure bekleidete sich der β Leimtropfen überhaupt nicht mehr mit einer Membran. Es floss dann nur ein nebliger Streifen der gerbsauren Verbindung von dem Leimstückchen herab.

Der procentische Gehalt der Gerbsäurelösung bezieht sich übrigens auf lufttrockene (nicht bei 100° C. getrocknete) gewöhnliche officinelle Gerbsäure.

nur von dessen unterer Fläche, sich im Verlauf des Wachsthums zu einem länglichen, ellipsoiden Schlauch entwickelnd mit schwach irisirender Membran.

(31.) 5) Dieselbe Schlauchbildung stellte sich in 3,5proc. Gerbsäure ein; hier war die Membran sofort deutlich irisirend.

(32.) 6) In 5proc. Gerbsäure erschien nach ungefähr 10 Minuten an der unteren Fläche des Leimtropfens ein schlaffes, faltiges (birnförmiges) Säckchen mit schön irisirender Membran, das sich nach wenigen Minuten am Anheftepunkt zusammenschnürte und nach weiteren 10 Minuten mit dem (erst zum kleinsten Theil gelösten, noch am Glasstab hängenden) Leimtropfen nur durch einen Faden oder eine dünne Röhre zusammenhängend, als sehr schön irisirendes schlotterndes Säckchen am Boden lag.

(33.) 7) In 6proc. Gerbsäure beobachtete man die nämlichen Erscheinungen, nur mit noch rascherem Verlauf.

Das Ergebniss dieser Versuche lässt sich dahin zusammenfassen, dass

(34.) 1) in verdünnter Gerbsäure Zellen entstehen, deren Membran keine Falten zeigt und vollständig von ihrem Inhalt in der Weise ausgefüllt ist, dass sie durch ihn in allen ihren Theilen gespannt wird. (Ich nenne sie gespannte Zellen).

Dagegen bilden sich

(35.) 2) bei einer grösseren Concentration der Gerbsäure schlaffe Säcke, die von ihrem Inhalt nicht ausgefüllt werden und keine Spannung durch ihn erleiden. (Ich nenne sie schlaffe Zellen).

(36.) 3) Die gespannten Zellen sind entweder kuglig oder ellipsoid (schlauchförmig) und nähern sich um so mehr der ersteren Form, je verdünnter die Gerbsäure.

(37.) 4) Die Membran der schlaffen Zellen irisirt deutlich, während die gespannten wenig oder gar nicht irisiren und da nach bekannten Lehren der Physik das Irisiren durchsichtiger Substanzschichten erst bei einer gewissen Dünne derselben ein-

tritt und um so lebhafter wird, je dünner die Schicht, so kann man mit Sicherheit schliessen, dass die Membran der schlaffen Zellen feiner ist, als die der gespannten und dass eine um so stärkere Membran gebildet wird, je verdünnter die Gerbsäure.

(38.) Versuch. Die gespannten Zellen behielten bei ihrem weiteren Wachsthum die anfängliche kuglige oder ellipsoide Form nicht bei. Nach sehr zahlreichen Versuchen konnte man vier Stadien in ihrer Entwicklung unterscheiden:

(39.) Erstes Stadium. Die Form der Zelle blieb kuglig oder ellipsoid, so lange der Leimkern nicht völlig gelöst war und der Zelleninhalt dadurch nahezu gleiche Concentration beibehielt. Nahm man demnach sehr grosse, an Glasstäben hängende Leimstückchen, so dauerte das erste Stadium, da sich der Leimkern nur sehr langsam von aussen nach innen unter Beibehaltung scharfer Umrisse auflöste, mehrere Stunden und die Zelle hatte nahezu sphärische oder ellipsoide Form, wenn auch ihr Durchmesser im Verlaufe des Wachsthums bis auf ca. 15 Mm. stieg.

(40.) Der Inhalt blieb hierbei völlig klar und man konnte die durch verschiedene Lichtbrechung deutlich erkennbaren Streifen concentrirter Lösung von dem Leimkern innerhalb der Zelle herabsinken sehen.

(41.) Zweites Stadium. Nach Lösung des Leimkerns begann der Zelleninhalt sich von oben herab zu trüben durch Ausscheidung von gerbsaurem Leim. (Es wird späterhin (117., 118.) nachgewiesen werden, dass die Gerbsäure nicht durch Diffusion in die Zelle gelangt, sondern durch die lösende Wirkung des Leims auf die Membran (25.).

(42.) Fast gleichzeitig mit der im oberen Theil der Zelle eintretenden Trübung begann dieser Theil auch zu irisiren und aufwärts gerichtete Wülste zu bilden, in welche (bei Darstellung grosser Zellen) der Glasstab gleichsam eingestülpt erschien.

(43.) Drittes Stadium. Weiterhin hörte jede, eine bestimmte Form der Zelle bedingende Spannung, der Druck des

Inhalts gegen die Wandung auf. Die Zelle wurde unter zunehmendem Irisiren zu einem schlaffen, faltigen, gestielt-birnförmigen Säckchen, das zu Boden sank, indem sich der Hals zu einem Bande zusammenzog, bot mithin die nämlichen Erscheinungen, die man bei Anwendung concentrirter Gerbsäure schon im Anfang des Versuchs erhält (s. 32.).[1]

Auf dem Boden des Gefässes bildete dann die Zelle einen schlotternden, sehr schön irisirenden Sack mit (durch ausgeschiedenen gerbsauren Leim) milchig getrübtem Inhalt. Das Irisiren der Membran war im dritten Stadium am Lebhaftesten.

(44.) Viertes Stadium. Nachdem die Trübung des Inhalts bis zu einem gewissen Grade zugenommen hatte, trat endlich ein Zeitpunkt ein, wo er sich wieder zu klären begann, indem die suspendirten Theilchen sich allmählich auf die Innenseite der Membran niederschlugen, die, hierdurch schwach getrübt und verdickt, zu irisiren aufhörte. Durch den Druck des noch fortdauernd endosmotisch sich vergrössernden Inhalts auf die in dieser Weise verdickte und widerstandsfähigere Membran trat wieder Spannung ein, das Schlottern verlor sich und die Zellen lagen endlich in halbkugliger Form auf dem Boden des Gefässes, ohne sich noch weiterhin zu verändern.

(45.) Der Inhalt war selbst nach mehreren Wochen flüssig und strömte, wenn man die Haut durchriss, in die umgebende Gerbsäure unter Bildung eines dicken Niederschlags — ein Beweis, dass selbst in so langer Zeit weder Leim noch Gerbsäure durch die Membran hindurchgedrungen waren.

(46.) Diese Entwicklungsstadien waren an die durch Endosmose verursachte Verdünnung des Zelleninhalts geknüpft. War die zu dem Versuch genommene Leimmenge verhältniss-

1) Diese Erscheinungen waren aber hier nicht etwa dem Umstand zuzuschreiben, dass sich die Gerbsäure concentrirte, indem ihr von der wachsenden Zelle Wasser entzogen wurde; denn die Menge der Gerbsäurelösung war meist so gross genommen, dass deren Procentgehalt durch das Wachsthum der Zelle nur sehr unwesentlich verändert werden konnte.

mässig sehr gross gegen die Quantität der umgebenden Gerbsäurelösung, so konnte sie sich nur bis zu einem gewissen Grade d. h. nur so weit verdünnen, bis das Gleichgewicht in der Concentration der inneren und äusseren Lösung hergestellt war. In dieser Weise konnte man bewirken, dass z. B. das letzte Stadium ganz ausblieb und die Zelle, ohne sich stark zu trüben oder zu verdicken, selbst nach 9 Tagen noch irisirte.

(47.) Durch die mitgetheilten Beobachtungen über die weitere Entwicklung der gespannten Zellen bestätigt sich von Neuem, dass ihre Spannung abnimmt, sobald die Membran irisirend und dünner wird. Im dritten Stadium, wo das Irisiren am Lebhaftesten ist, haben sie sich in schlaffe Zellen umgewandelt.

(48.) Aber während wir früher die Bildung schlaffer Zellen nur in concentrirter Gerbsäure eintreten sahen (s. 32.), findet sie hier in verdünnter Säure Statt und zwar dann, nachdem sich auch der Zelleninhalt verdünnt hatte. Es bilden sich demnach zarte, irisirende Membranen sowohl dann, wenn die innere und äussere Lösung concentrirt, als auch dann, wenn beide verdünnt sind.

(49.) Dagegen erzeugen sich dickere und dadurch widerstandsfähigere Membranen, die allein fähig sind, gespannte Zellen zu bilden, nur dann, wenn die Differenz in der Concentration der inneren und äusseren Lösung eine gewisse Höhe erreicht. Je grösser diese Differenz, um so fester wird die Membran, um so mehr nähert sich die Gestalt der Zelle der reinen Kugelform.

(50.) Die Ursache dieser Erscheinung ist offenbar die Intensität des endosmotischen Stroms, die bekanntlich mit der Differenz in der Concentration der in Wechselwirkung tretenden Flüssigkeiten wächst. Je grösser die Intensität des endosmotischen Stroms, um so grösser ist die Anzahl der zu Membran gerinnenden Atomschichten, desto dicker die Membran.

Es ist wohl kaum nöthig hervorzuheben, dass selbst die dickste, in dieser Weise erzeugte Membran von gerbsaurem βLeim noch immer von ungemeiner Feinheit ist und hart an der Grenze steht, wo das Irisiren beginnt.

(51.) Der eben erörterte Einfluss des endosmotischen Stroms beschränkt sich nicht blos auf die Membran von gerbsaurem Leim, sondern, wie aus später mitzutheilenden Versuchen ersichtlich, wohl auf alle durch chemische Fällung erzeugten Membranen.

Dagegen sind alle anderen von mir untersuchten Membranen selbst bei grösster, oft lebhaftes Irisiren veranlassender Feinheit immer noch widerstandsfähig genug, um gespannte Zellen zu erzeugen. Die Eigenthümlichkeit, in diesem Falle schlaffe Zellen zu bilden, habe ich bis jetzt auf den gerbsauren Leim beschränkt gefunden. (Ueber die muthmassliche Ursache dieser Erscheinung s. sub 92., 93.).

(52.) Diese Thatsache ist um so lehrreicher, als sie beweist, dass die organischen Zellen nicht blos mit Membran umkleidete Tropfen sind, sondern auch noch die charakteristische Eigenthümlichkeit besitzen, dass ihre Wandung Druck und Spannung von innen her durch den Inhalt erleidet.

Ohne diese Spannung besässe die organische Zelle keine bestimmte Form. Wäre der Raum der Zelle durch ihren Inhalt nicht völlig ausgefüllt, hätte sie Falten, wie die schlaffen Zellen von βLeim, so würde sie, einem schlotternden Sack ähnlich, bei jeder veränderten Lage eine andere Form zeigen.

(53.) Diese Verhältnisse habe ich noch durch einige Versuche erläutert.

Versuch. Während alle bisher mitgetheilten Versuche mit, an dem unteren Ende eines senkrechten Glasstabes befestigten Leimstückchen angestellt waren, so dass der Leimkern sich im oberen Raum der sich entwickelnden Zelle befand, wurde der Versuch umgekehrt.

Die untere Oeffnung eines kurzen, weiten, senkrecht befestigten Glasrohrs war durch einen durchbohrten Kork geschlossen, in welchem ein Glasstab steckte, dessen oberes, mit βLeim dick überzogenes Ende von unten auf in die Röhre hineinragte. Die Röhre wurde mit verdünnter (1,8proc.) Gerbsäure gefüllt.

Hier wuchs die stark gespannte Zelle nach oben, so dass der Leimkern im unteren Zellenraum lag.

(54.) In noch einfacherer Weise wurde derselbe Versuch an-

gestellt, indem man ein trockenes Körnchen βLeim in 1,8proc. Gerbsäure warf. Auch hier lag dann der Leimkern im unteren Raum der sich bildenden sphäroiden, ein wenig platt aufliegenden Zelle.

(55.) Bemerkenswerth war hierbei, dass die Endosmose auffallend langsamer vor sich ging, als in frei an Glasstäben hängenden Zellen. Die untere Fläche, der Hauptsitz der endosmotischen Thätigkeit (s. 17.) war hier durch Aufliegen der Zelle zum grösseren Theil ausser Action gesetzt.

(56.) Wurden βLeimkörnchen in concentrirte Gerbsäure geworfen, so breiteten sie sich, als schlaffe Zellen, zu mehr oder weniger flachen Säcken aus, die wegen mangelnder Spannung in der äusseren Erscheinung keine Aehnlichkeit mit organischen Zellen boten.

(57.) Bezüglich der Verfahrungsweise zur Darstellung von Zellen aus βLeim ist noch Folgendes hervorzuheben:

Die Gerbsäure befand sich in den Versuchen in kleinen Fläschchen mit weiter Mündung (Pulvergläsern). Der Glasstab, an dessen Ende der βLeim befestigt war, wurde in einen in die Mündung passenden, durchbohrten Kork gesteckt, in welchem er, an der betreffenden Stelle mit einem Papierstreifen umwikkelt, sehr leicht auf- und abgeschoben werden konnte.

Er wurde meist nur so weit in die Gerbsäure hinabgesenkt, dass das Leimstückchen eben vollständig eingetaucht war.

(58.) Es ist, besonders bei Erzeugung grosser kugelförmiger Zellen mit bedeutender Spannung der Membran gerathen, den Glasstab gut abzureiben und zu erwärmen, ehe man ihn in die Leimlösung taucht. Versäumt man diese Vorsicht, so bricht sehr häufig an der Stelle, wo die Membran der Zelle an dem Glasstab ansitzt, der Inhalt durch, bildet aber dann keine membranartigen Auswüchse, sondern coagulirt sofort zu amorphem weissem Niederschlag. Diese störende, noch öfter zu erwähnende Erscheinung nenne ich Eruption.

(59.) Ist der Zusammenhang der Membran durch eine, Anfangs kaum wahrnehmbare Eruption an irgend einer Stelle durchbrochen, so hört das Wachsthum der Zelle bald auf, in-

dem der endosmotisch anschwellende Inhalt durch die Wunde austritt und verästelte weisse Efflorescenzen bildet.

(60.) Dass der β Leim bei derartigen Eruptionen mit der Gerbsäure keine Membran, sondern gewöhnlichen, amorphen Niederschlag bildet, scheint daher zu rühren, dass die durch den Druck in der Zelle mit einer gewissen Geschwindigkeit herausgeschleuderten Leim-Molecüle nach ihrer sofortigen Vereinigung mit Gerbsäure nicht Zeit haben, die zur Herstellung einer Membran nöthige, geordnete Lagerung anzunehmen, die eben nur bei sehr langsamer endosmotischer Ausdehnung möglich ist.

(61.) Will man ein so misslungenes Experiment mit demselben Leimstückchen wiederholen, so genügt es häufig, dasselbe mit starkem Alkohol zu überspritzen und einige Zeit trocknen zu lassen.

(62.) Zu bemerken ist noch, dass bei Darstellung grosser kugelförmiger, stark gespannter Zellen jede Erschütterung des Gefässes vermieden werden muss. Das Vorbeirollen eines Wagens auf der Strasse genügt, die Sprengung der Zelle zu veranlassen. Weniger gespannte, irisirende Zellen ertragen bedeutendere Erschütterungen.

4. Membranbildung.

(63.) Ist die Atomtheorie eine Wahrheit, so muss auch angenommen werden, dass zwischen den Atomen aller Körper leere, von Materie nicht ausgefüllte Räume — Molecularinterstitien — vorhanden sind. Die Thatsache, dass alle Körper durch Wärme ausgedehnt werden, lässt im Sinne der Atomtheorie keine andere Deutung zu, als dass die Atome sich durch Zuführung von Wärme von einander entfernen und die Zwischenräume zwischen ihnen sich vergrössern.

(64.) Wenn geschmolzene oder gelöste Körper in den festen Aggregatzustand übergehen und die Atome hierbei nicht durch mechanische Störung oder zu rasche Abkühlung gehindert werden, diejenige Lagerung anzunehmen, die ihren wechselseitigen Anziehungen entspricht, so wird nicht nur ihre Lagerung eine geordnete werden, sondern es werden auch die leeren Räume zwi-

schen ihnen — die Molecularinterstitien — eine bestimmte Grösse und Begrenzung haben.

(65.) Eine solche homogene Beschaffenheit besitzen die, zu den Versuchen über Diffusion bisher vorzugsweise benutzten thierischen und pflanzlichen Membranen, Ochsen- und Schweinsblase, seröse Häute u. s. w. nicht. Wie die mikroskopische Besichtigung erweist, bestehen sie aus den verschiedensten anatomischen Gebilden und diese wieder aus verschiedenen Elementarorganen, welche endlich selbst aus verschiedenen Atomaggregaten zusammengesetzt sind. Es ist offenbar, dass diese Membranen ausser Molecularinterstitien noch mehr oder weniger grosse Lücken von unregelmässiger Form besitzen, die wir zur Unterscheidung von den Molecularinterstitien Poren nennen.

(66.) Auch die von Schumacher [1]) zu seinen Versuchen benutzte Collodium-Membran musste, wie schon aus deren Darstellung ersichtlich, von Poren durchsetzt sein. Es liess eine alkoholisch-ätherische Lösung des Collodiums auf einer glatten Glasfläche so weit verdunsten, bis sie eine zähe Haut bildete, der er dann durch Wasser den Rest des Lösungsmittels entzog. Dass durch ein solches Verfahren an die Stelle der noch nicht verdunsteten Aether- und Alkoholmolecüle Wasser eindringen und kleine Höhlungen zwischen den Collodiumtheilchen zurückbleiben mussten, geht aus einer Beobachtung von Schumacher selbst hervor. [2]) Liess er nämlich die alkoholisch-ätherische Lösung völlig verdunsten, so blieb eine durchsichtige, feste Haut zurück, bei welcher die Diffusionserscheinungen so langsam vor sich gingen, dass sie zu Versuchen unbrauchbar waren. Die Auslaugung der noch nicht völlig eingetrockneten Collodiumhaut mit Wasser war eben, wie Schumacher hervorhebt, zur Herstellung einer grösseren Permeabilität durchaus erforderlich.

Aber selbst durch völlige Verdunstung der Collodiumlösung würde eine porenfreie Haut nicht erzielt werden können, da ja

---

1) S. dessen „Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze." 1861. Winter's Verlag. S. 31.

2) a. a. O. S. 29.

die Aether- und Alkoholtheilchen bei ihrem Entweichen nothwendig grössere Zwischenräume zwischen den Collodiumtheilchen verursachen und zurücklassen müssen.

(67.) Dagegen giebt uns der Process der chemischen Fällung zwischen zwei colloïden Stoffen ein Verfahren an die Hand, Membranen herzustellen, deren Entstehungsart schon beweist, dass sie keine zufälligen, grösseren Poren, sondern nur Molecularinterstitien d. h. nur solche Lücken enthalten können, die die Molecüle auch bei möglichst inniger Berührung vermöge ihrer Gestalt und Anziehungsrichtung nothwendig zwischen sich lasssen müssen.

(68.) In der That, wäre in der Scheidewand, die sich zwischen einer Lösung des βLeims und der Gerbsäure bildet, auch nur eine Lücke, die grösser wäre, als ein Leim- oder Gerbsäure-Molecül, so wäre an dieser Stelle die Wirkung dieser Stoffe nicht mehr gehemmt und es müsste sich die Lücke durch Neubildung von Molecülen gerbsauren Leims sofort verstopfen.

(69.) Die Bildung einer Membran bei Berührung zweier sich fällender Colloide beruht eben darauf (und eine grosse Anzahl weiterhin mitzutheilender Versuche findet nur durch diese, mit zwingender Nothwendigkeit aus der Atomtheorie resultirende Annahme ihre Erklärung), dass die Molecüle der sich bildenden unlöslichen Substanzschicht bei ungestörter Lagerung überall so nahe zusammentreten, dass die zwischen ihnen noch befindlichen Lücken (Molecularinterstitien) kleiner sind, als die Molecüle der beiden Colloïde.

(70.) Trotz der Dichte und Homogeneität, die die Membran von gerbsaurem Leim besitzt, gestattet sie, wie wir gesehen haben, eine viel raschere Endosmose, als bisher an anderen Membranen beobachtet wurde. In wenigen Minuten sehen wir das Volum des von ihr eingeschlossenen Leimtropfens sich vervielfachen und die ganze Erscheinung sich zu einem Vorlesungsversuch gestalten. Dies rührt davon her, dass die durch chemische Fällung erzeugten Membranen nicht nur dichter, sondern auch weit dünner sind, als alle bisher experimentell angewandten.

(71.) Der Theorie nach dürfte sogar in dem Falle, dass sich die Lösungen zweier sich fällenden Colloïde berühren, nur die die Grenze bildende Atomschicht erhärten, da schon diese als colloïde Scheidewand sofort die weitere Aufeinanderwirkung beider Lösungen hemmen müsste. Wir haben aber (50.) gesehen, welchen wesentlichen Einfluss die Intensität des endosmotischen Stroms auf die Dicke der gerinnenden Schicht ausübt.

(72.) Bei sehr energischer Wirkung der anziehenden Kraft, welche die Wassertheilchen durch die Membran hindurch in's Innere der Zelle hineinsaugt, entsteht wahrscheinlich eine so intensive Strömung, dass durch den Druck derselben die Interstitien der Membran beträchtlich erweitert werden und in Folge davon die sonst nicht diffusiblen Molecüle der Gerbsäure durchdringen, um, sofort zu gerbsaurem Leim coagulirend, die Membran zu verdicken.

Dies muss so lange dauern, bis ein Gleichgewichtszustand eingetreten, bis die Verdickung selbst durch vergrösserten Widerstand die weitere Wirkung der endosmotischen Strömung aufhebt.

(73.) Wir werden weiterhin sehen, dass sich durch chemische Fällung viele Membranen aus den verschiedensten Stoffen erzeugen lassen. Ich nenne diese feinen Substanzschichten „Niederschlagmembranen“ (membranae praecipitatae), und die Körper, aus deren Vereinigung sie hervorgehen, „Membranbildner“ oder „Membranogene“.

Ich nenne ferner den Körper, der den Inhalt einer geschlossenen Niederschlagmembran, einer Zelle, bildet, den „inneren“, den in der umgebenden Flüssigkeit gelösten den „äusseren Membranbildner“.

(74.) Im Zelleninhalt aufgelöste Stoffe üben häufig einen auffallenden Einfluss auf die physikalische Beschaffenheit der Membran aus.

Versuch. Wurden dem βLeim geringe Spuren von essigsaurem Bleioxyd beigefügt, so erhielt man selbst in concentrir-

ter, 6procentiger Gerbsäure (in welcher reiner βLeim ganz schlaffe Zellen gab (s. 33.), sehr prall gespannte, selbst bei sehr bedeutender Grösse ganz kugelrunde Zellen von offenbar sehr grosser Tragkraft und Festigkeit der Membran. Die Zelle behielt ihre Gestalt und Spannung bis zu Ende des Versuchs und sank nicht, wie in den Versuchen mit reinem βLeim zu Boden, sondern stieg zuletzt in die Höhe, da der Inhalt durch endosmotische Verdünnung specifisch leichter wurde, als die umgebende Gerbsäure.

(75.) Versuch. Einen gleichen Einfluss auf die Beschaffenheit der Membran und die Spannung der Zelle übte schwefelsaures Kupferoxyd und Brechweinstein, auch nur in höchst geringen Mengen dem βLeim zugefügt.

(76.) Diese Erscheinung ist besonders auffallend bei schwefelsaurem Kupferoxyd, das weder mit βLeim, noch mit Gerbsäure eine Fällung giebt; erklärlicher beim Bleizucker und Brechweinstein, die mit Gerbsäure unlösliche Verbindungen eingehen und durch Zwischenschiebung anderer Molecüle die Cohäsion der Membran verändern und verstärken können.

(77.) Versuch. Eine Mischung von βLeim mit einer ungefähr gleichen Menge Kochsalz oder Traubenzucker oder Gummi arabicum gab in 1,6—3proc. Gerbsäure in den meisten Fällen Membranen, die im prächtigsten Roth, Grün und Orange irisirten und durch ihr blendendes Farbenspiel die schönsten Seifenblasen übertrafen. Es sind vielleicht die feinsten Substanzschichten, die man darzustellen vermag.

Ich habe noch nicht Zeit gefunden, den Umstand aufzuklären, weshalb das Irisiren unter scheinbar gleichen Umständen bei Zusatz obiger Substanzen nicht immer mit demselben Glanz eintritt und bedaure dies um so mehr, als diese Experimente sich zu Vorlesungsversuchen eignen würden, die in eleganter Weise die ungemeine Feinheit zur Anschauung bringen, die Niederschlagmembranen erreichen können.

5. Intussusception.

(78.) Die Bildung einer Niederschlagmembran beruht darauf, dass ihre Molecularinterstitien kleiner sind, als die Mole-

cüle der Membranbildner selbst (s. 69.). Sobald aber durch den Druck des sich endosmotisch vergrössernden Zelleninhalts die Molecüle der Membran so weit von einander entfernt werden, dass ihre Interstitien die Molecüle der Membranbildner durchlassen, so müssen diese offenbar sofort von Neuem in Wechselwirkung treten und eine Neubildung von Membranmolecülen veranlassen, die sich zwischen die bereits vorhandenen einlagern.

Es ist dies der von den Physiologen mit Intussusception bezeichnete, bisher so räthselhafte Wachsthumsprocess der Zellenmembranen, der durch unsere Versuche eine eben so einfache, als vollständige physikalische Erklärung findet.

(79.) Da hiernach die endosmotische Ausdehnung der Intussusception immer vorangeht und sie bedingt, so müsste das Wachsthum der Membran mit der Vergrösserung des Zelleninhalts genau gleichen Schritt halten; sie müsste immer prall gespannt sein. Dennoch haben wir beobachtet, dass die Leimzellen sich häufig auch zu schlaffen Säcken ohne jede Spannung entwickeln (32. 33.). Es muss demnach unter gewissen Umständen noch eine andere Ursache thätig sein, die, unabhängig von dem Druck des Inhalts auf die Membran, ein Wachsthum derselben veranlasst.

(80.) In der That trägt bei sehr dünnwandigen Leimzellen auch das Gewicht der an dem Glasstab hängenden Zelle selbst zur Dehnung der Membran bei und verursacht Intussusception vorzugsweise in demjenigen Theil derselben, der an dem Glasstab ansitzt und die ganze Last der Zelle zu tragen hat. Daraus erklärt sich, dass gerade dieser Theil sich bald zu einem langen Hals verlängert, an dem sich die Zelle zu Boden senkt (13. 32. 33.).

(81.) Ist die Membran dicker, so dass eine grössere Kraft zu ihrer Dehnung erforderlich ist, so tritt der Einfluss des Gewichts der Zelle auf die Intussusception zurück. Diese erfolgt dann hauptsächlich nur in Folge des von innen nach aussen wirkenden Drucks, den die endosmotische Anschwellung des Inhalts

auf die Membran ausübt, und die Zelle nimmt eine nahezu kuglige oder ellipsoïde, faltenlose Gestalt an.

(82.) Der letzte Grund für die Bildung gespannter Zellen liegt hiernach darin, dass das Wachsthum der Membran (die Intussusception) hauptsächlich oder ausschliesslich durch die endosmotische Ausdehnung des Zelleninhalts verursacht wird.

(83.) Man könnte behaupten, dass die Membran künstlicher Zellen nicht durch Intussusception, durch Neubildung gleichartiger Molecüle, sondern durch passive Dehnung wachse. Obgleich eine derartige Annahme schon deshalb wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, weil die Niederschlagmembranen viel zu dünn sind, um einer beträchtlichen passiven Ausdehnung fähig zu sein, wurden dennoch einige Versuche zur directen Widerlegung gemacht, in denen man die Möglichkeit der Intussusception ausschloss, ohne die endosmotische Ausdehnung des Zelleninhalts zu hindern.

(84.) Versuch. Es gelingt mitunter, Leimzellen, namentlich sehr kleine, ohne Beschädigung am Glasstab aus der Gerbsäure herauszuheben und in destillirtes Wasser zu versetzen. Da sie aber bei diesem Verfahren gewöhnlich platzen, wurde der Versuch in der Weise eingerichtet, dass man die Leimzelle in dem Gefässe, in dem sie sich gebildet hatte, liess, aber durch eine angemessene Vorrichtung die Gerbsäure durch destillirtes Wasser verdrängte.

Zu diesem Behufe liess man die Bildung der Zelle in einem Fläschchen vor sich gehen, das durch einen dreifach durchbohrten, luftdicht aufsitzenden Kork geschlossen war. In der mittleren Bohrung befand sich der Glasstab, an dessen unterem Ende das in die Gerbsäure tauchende Stückchen β Leim haftete. Durch die zweite Bohrung ging der Schenkel eines zum Heber gebogenen Glasrohrs bis auf den Boden des Fläschchens. Der nach aussen mündende Schenkel des Hebers war durch einen Quetschhahn geschlossen. Durch die dritte Bohrung reichte ein mit destillirtem Wasser gefüllter Glastrichter mit langem Rohr bis hart an das Niveau der Gerbsäurelösung.

(85.) Nachdem sich eine länglich runde Leimzelle von ca. 8 Mm. Länge und 6 Mm. Breite in der Gerbsäure gebildet hatte, wurde der Quetschhahn des Hebers vorsichtig geöffnet und, indem durch den Druck der Wassersäule im Glastrichter die Gerbsäure herausgetrieben wurde, drang in demselben Maasse Wasser aus dem Trichter nach. Nur eine ganz dünne scharf begrenzte Schicht von Gerbsäure blieb auf dem Boden des Fläschchens zurück, die auf den Versuch ohne Einfluss blieb, da die Leimzelle nur von dem darüber stehenden reinen Wasser umgeben war.

(86.) Sobald das Niveau der herausströmenden Gerbsäure bis unterhalb der Leimzelle gesunken war, drang durch die Membran derselben sofort Leimlösung heraus, die mit einem Reste noch anhängender Säure Anfangs in Form nebliger Streifen von gerbsaurem Leim, dann aber als klarer, durchsichtiger, nur durch verschiedene Lichtbrechung kenntlicher Streifen auf den Boden des Fläschchens hinabsank, wo er mit der zurückgebliebenen Schicht Gerbsäure einen reichlichen flockigen Niederschlag bildete. Dieses Durchströmen von Leim hörte erst nach einigen Stunden auf.

(87.) Die Zelle selbst hörte, sobald sie nicht mehr von Gerbsäure umgeben war, sofort zu wachsen auf, indem sie ihre Gestalt genau beibehielt und war hierbei so prall gespannt, dass sie bei sanftem Hin- und Herneigen des Fläschchens ihre Lage nicht änderte.

(88.) Dieser mehrfach wiederholte Versuch beweist, dass, sobald die Neubildung von Membranmolecülen durch Entfernung des äusseren Membranbildners gehemmt wird, das Wachsthum, die Flächenausbreitung der Membran aufhört, obgleich die endosmotische Anschwellung des Zelleninhaltes fortdauert. In diesem Falle werden durch den endosmotischen Druck nur die Interstitien der Membran erweitert, so dass die Molecüle des inneren Membranbildners ungehindert durchtreten können.

(89.) Durch diesen Vorgang dürfte gleichzeitig erwiesen sein, dass, wenn colloïde Membranen impermeabel sind für colloïde Stoffe, die Ursache dieser Erscheinung nicht etwa in einer abstossenden Kraft der Membranmolecüle, sondern nur darin zu

suchen ist, dass eben die Interstitien der Membran kleiner sind, als die Molecüle der Membranbildner. Sobald jene durch Druck sich erweitern, hört die Impermeabilität auf.

(90.) Versuch. Ersetzt man bei Anstellung des eben mitgetheilten Versuchs die Gerbsäure durch Wasser erst dann, wenn die Leimzellen nach Eintritt in's dritte Stadium ihre Spannung zu verlieren und in Form faltiger Säckchen vom Glasstab herabzusinken beginnen (43.), oder nimmt man sofort schlaffe Zellen zum Versuch, wie sie in concentrirterer Gerbsäure entstehen (32. 33.), so hören sie sofort auf, herabzusinken, sobald die Gerbsäure durch Wasser ersetzt wird; sie fangen an, durch Endosmose zu schwellen, um endlich prall gespannte Bläschen zu bilden, aus denen zuletzt Leimlösung herausdringt.

(91.) Dieses überraschende Experiment giebt uns neuen Aufschluss über den Vorgang der Intussusception. Man sollte glauben, die schlaffen Zellen sinken in der Gerbsäure deshalb zu Boden (43. 51.), weil die geringe Cohäsion der Molecüle (wenn die Membran sehr dünn) die Last der Zelle nicht zu tragen vermöge. Dennoch sehen wir, wenn die Gerbsäure durch Wasser entfernt wird, die Zelle im Herabsinken gehemmt und zu praller Spannung gelangen, die auf grosse Widerstandsfähigkeit der Membran schliessen lässt.

(92). Diese einander scheinbar widersprechenden Thatsachen führen zu dem Schluss, dass die Membran an sich, selbst wenn sie noch so fein und irisirend ist, Festigkeit genug besitzt, um das Gewicht der Zelle zu tragen, dass aber schon eine sehr geringe Dehnung der Membran, die ihren Elasticitätscoëfficienten nicht übersteigt, ja wahrscheinlich noch lange nicht erreicht, dennoch schon genügt, den Process der Intussusception einzuleiten.

(93.) Die Molecularinterstitien des gerbsauren β Leims sind, wie es scheint, nur um ein sehr Geringes kleiner, als die Molecüle seiner Membranbildner, die deshalb schon bei geringer Dehnung der Membran in Wechselwirkung treten.

(94.) Diese Deutung stimmt überraschend mit anderen, späterhin mitzutheilenden Thatsachen überein, die auf eine an-

sehnliche Grösse der Interstitien des β Leims schliessen lassen (199.). Ich wiederhole hier (51.), dass von allen untersuchten Niederschlagmembranen nur der gerbsaure Leim die Eigenthümlichkeit besitzt, auch schlaffe Zellen zu bilden.

6. Formbildung der Zellen.

(95.) Da bei gespannten Zellen der Druck des Inhalts auf die Membran deren Dehnung und Wachsthum bewirkt (82.), so muss, da dieser Druck gleichmässig nach allen Richtungen wirkt, die Zelle — wenn nicht andere Bedingungen mitbestimmend eingreifen — ebenso, wie eine Seifenblase Kugelform annehmen.

Nur, wenn das Gewicht der Zelle sehr gross ist, wird sie durch Verlängerung der senkrechten Axe mehr oder weniger ellipsoid erscheinen.

(96.) Im Verlaufe des Wachsthums aber treten Umstände ein, die eine wesentliche Veränderung der regelmässigen Form verursachen. Im zweiten Stadium, sobald der Leimkern, der bis dahin den Zelleninhalt in gleichbleibender Concentration erhalten hat, gelöst ist (41.), sammeln sich die durch weitere Endosmose verdünnten, specifisch leichteren Leimtheilchen im oberen Zellenraum an (17.). Da sich aber mit der abnehmenden Differenz in der Concentration der inneren und äusseren Lösung eine dünnere Membran bildet (48. 50.)[1]), so muss durch den Druck des endosmotisch anschwellenden Zelleninhalts auf die Wandung deren oberer Theil mehr gedehnt werden, als der untere, und es bilden sich jene aufwärts gerichteten Wülste, die das zweite Entwicklungsstadium charakterisiren (42.).

(97.) Diese Erscheinung, die nicht blos an Leimzellen, sondern, wie wir weiterhin sehen werden, auch an anderen künstlichen Zellen beobachtet wird (146.), beweist, dass im Verlauf des Wachsthums der Ort der Intussusception nicht mit dem der Endosmose zusammenfallen muss. Die lebhafteste En-

---

1) In der That beginnt die Membran gespannter Zellen mit dem Eintritt des zweiten Stadiums im oberen Zellenraum zuerst zu irisiren (42.).

dosmose geht durch die untere Wand der Zelle, da, wo die concentrirteste Flüssigkeitsschicht (17.) liegt, während das intensivste Wachsthum an der dünneren oberen Wandung stattfindet, die dem Druck des Zelleninhalts den kleinsten Widerstand entgegensetzt.

(98.) Diese in letzter Instanz nur auf den Einfluss der Schwerkraft zurückzuführende Erscheinung wird sich höchst wahrscheinlich auch in solchen organischen Zellen geltend machen, die keine Contractilität besitzen und sich ohne wesentliche Erschütterung und Ortsveränderung entwickeln, so dass die nur bei völliger Ruhe mögliche Scheidung des Zelleninhalts in eine untere concentrirte und eine obere verdünnte Schicht eintreten kann.

(99.) Diese Bedingung findet sich in den meisten Fällen während des Wachsthums der Pflanze erfüllt und vielleicht kann die eben erörterte Erscheinung in irgend einer Weise als Schlüssel dienen zur Erklärung des Einflusses, den die Schwerkraft auf die Aufwärtsrichtung des Pflanzenstengels und die Abwärtsrichtung der Wurzeln selbst einzelliger Pflanzen erwiesenermassen ausübt.

(100.) Ausser der Schwerkraft scheint auch das Licht einen auffallenden Einfluss auf das Wachsthum der künstlichen Zellen auszuüben. Bei grösseren (zu ihrer vollen Entwicklung längere Zeit bedürfenden) gespannten Leimzellen (auch bei anderen künstlichen-Zellen, s. unten 129. 145.) zeigte im ersten Stadium des Wachsthums die dem Lichte zugekehrte Seite[1]) fast jedes Mal eine in die Augen fallende, die regelmässige Form der Zelle störende Ausbuchtung. Niemals wurde ein derartiger Wulst nach der Schattenseite hin beobachtet. Eingehendere Versuche über diesen Einfluss des Lichts (der strahlenden Wärme) habe ich nicht gemacht.

---

1) Die Versuche wurden der genaueren Beobachtung wegen fast immer auf der Brüstung der nach Norden sehenden, also nicht einmal dem directen Sonnenlicht zugänglichen Fenster angestellt.

(101.) Auch die physikalische Beschaffenheit der Membran selbst zeigte sich von auffallendem Einfluss auf die Formbildung der Zelle. Wurde die Membran von gerbsaurem Leim mit schwefelsaurem Baryt infiltrirt, so erlangte die Zelle eine ganz unregelmässige, wellig-gekräuselte Gestalt (s. u. 203.)

(102.) Zellen, deren Membran aus Ferrocyankupfer, gerbsaurem Bleioxyd u. s. w. bestand, bedeckten sich mit zahlreichen hohlen Stacheln (s. u. 128. 145.).

(103.) Diese überraschenden Erscheinungen dürften sich dadurch erklären, dass, wenn die Membranmolecüle keine regelmässige Form haben, auch die Interstitien zwischen ihnen, obwohl regelmässig geordnet, dennoch von verschiedener Grösse und nicht congruent sind. Ist eine solche Membran endosmotischem Druck ausgesetzt, so werden ihre grössten Interstitien auch zuerst sich so weit vergrössern, dass hier ein neues membranogenes Molecül eintreten und zu einem Membranmolecül erhärten kann. Das Wachsthum der Membran kann dann nicht mehr in allen Punkten gleichmässig stattfinden und muss zur Bildung einer unregelmässig geformten Zelle Veranlassung geben.

(104.) Dasselbe muss geschehen, wenn die Intensität der Anziehung der Membranmolecüle zu einander nach verschiedenen Richtungen hin wesentlich verschieden ist.

(105.) So greifen die unscheinbarsten Bedingungen in die Gestaltung der künstlichen Zellen wirksam ein und machen uns den erstaunlichen Formenreichthum der organischen Zellen begreiflich.

---

7. Endosmose und Wachsthum.

(106.) Das Wachsthum der Zelle beruht in letzter Instanz auf zwei zusammenwirkenden Ursachen,

1) auf einer Vergrösserung des Zelleninhalts durch endosmotische Einsaugung von Wasser aus der äusseren Lösung durch die Membran hindurch,

2) auf der diesem Process nachfolgenden Flächenausbreitung der Membran durch Intussusception.

(107.) Eine Zelle muss demnach aufhören zu wachsen, sobald

1) der Zelleninhalt der umgebenden äusseren Lösung kein Wasser mehr zu entziehen vermag und das Gleichgewicht in der Concentration der inneren und äusseren Lösung hergestellt ist. (In der That haben wir gesehen, dass die Leimzellen, nachdem sie das vierte Stadium zurückgelegt haben, keine weitere Veränderung mehr in Form und Grösse erleiden (44.), und dass sie, wenn das Gleichgewicht in der Concentration zwischen innerer und äusserer Flüssigkeit schon früher eintritt, im dritten Entwicklungsstadium stehen bleiben (46.).

(108.) 2) wenn die Lösung des einen Membranbildners erschöpft ist, oder, wenn der äussere Membranbildner durch eine andere indifferente Flüssigkeit ersetzt wird (87. 88.).

(109.) Je grösser die Anziehung des im Zelleninhalt gelösten Körpers zum Wasser ist — wir bezeichnen diese Anziehung mit „endosmotischer Kraft" — eines desto stärkeren Wachsthums ist die Zelle fähig.

(110.) Das Wachsthum der Zelle kann durch Zusatz anderer, für die Membranbildung indifferenter Stoffe wesentlich verstärkt werden.

Versuch. Zusatz von Traubenzucker vermehrt und beschleunigt das endosmotische Wachsthum der βLeimzellen in höchst auffallender Weise. Kleine Tröpfchen einer Mischung beider Substanzen schwollen in 1,8 proc. Gerbsäurelösung in 4—6 Stunden — eine höhere Lufttemperatur übt, ebenso wie bei dem Wachsthum organischer Zellen, auch hier eine auffallend beschleunigende Wirkung — zu grossen kugligen Zellen von ca. 25 Mm. Durchmesser an, die dadurch, dass ihr Inhalt endlich specifisch leichter wurde, als die umgebende Gerbsäurelösung, in derselben zuletzt aufstiegen.

(111.) Versuch. Selbst bei Zusatz von 14 Th. Traubenzucker auf 1 Th. βLeim erfolgte in Gerbsäure noch Membran- und Zellenbildung; bei noch grösserem Zusatz von Traubenzucker nicht mehr.

(112.) Man ersieht hieraus, dass das Wachsthum der Zelle nicht nothwendig von dem Membranbildner abhängig ist, der

in der organischen Zelle vielleicht nur dazu dient, das Material für die Membran zu liefern.

(113.) Versuch. Kochsalz, selbst in sehr erheblicher Menge dem β Leim zugefügt, bewirkt keine auffallende Vermehrung der Endosmose. Da es mit Leichtigkeit durch eine Membran von gerbsaurem Leim hindurchgeht, so wird durch seine Anziehung zum Wasser nicht blos ein Einsaugen dieser Flüssigkeit in's Innere der Zelle, sondern auch sein eigenes Uebertreten in die äussere Lösung bewirkt, was sehr bald Gleichgewicht in der Concentration beider Lösungen und Aufhören der endosmotischen Strömung zur Folge hat.

(114.) Um einen wesentlichen Einfluss auf das Wachsthum der Zelle auszuüben, muss demnach ein Körper mit grosser Affinität zum Wasser auch noch die Eigenschaft verbinden, wenig oder gar nicht diffusibel zu sein.

Wir kommen späterhin ausführlicher auf diesen Gegenstand zurück (228.—231.).

---

8. Ueber die Undurchdringlichkeit einer Niederschlagmembran für ihre Membranogene.

(115.) Es wurde erwähnt (41.), dass sich der Inhalt der β Leimzellen im Beginn des zweiten Entwicklungsstadiums, wenn er nach Lösung des Leimkerns sich zu verdünnen anfängt, durch Ausscheidung von gerbsaurem Leim von oben herab trübt und dass diese Trübung während des zweiten und dritten Stadiums zunimmt (43. 44.). Gelangte die Gerbsäure durch Diffusion, d. h. zwischen den Molecülen der Membran hindurch in das Innere der Zelle, so würde diese Thatsache genügen, die ganze Theorie von der Bildung der Niederschlagmembranen (69. 78.) über den Haufen zu werfen. Ein Niederschlag soll ja eben nur dann Membranform annehmen können, wenn die Lücken zwischen den Molecülen kleiner sind, als die Molecüle seiner Componenten.

(116.) In der That geht aus einer Reihe von Thatsachen hervor, dass die Gerbsäure nicht durch Diffusion, sondern da-

durch in die Zelle gelangt, dass der βLeim des Zelleninhalts lösend auf die Membran wirkt. Der Stoff, aus dem die Membran besteht, der gerbsaure Leim, ist, wie wir wissen (25.), im Ueberschuss von concentrirtem Leim löslich und wird aus dieser Lösung durch Wasser gefällt.

(117.) Zunächst war nachzuweisen, dass der Zelleninhalt schon im ersten Stadium, wo er noch ganz klar und concentrirt ist, bereits Gerbsäure enthält.

Versuch. Das Fläschchen, in welchem sich 113 Cc. einer 1,8 proc. Gerbsäure befanden, war durch einen doppelt durchbohrten Kork geschlossen. Durch die eine Bohrung ging bis nahe auf den Boden des Fläschchens der eine Schenkel einer heberförmigen Glasröhre, dessen Ende durch eine reichliche Masse βLeim geschlossen war. Durch die andere Bohrung reichte bis an das Niveau der Gerbsäurelösung ein Glasrohr, dessen oberes Ende durch einen mit Quetschhahn versehenen Kautschukschlauch mit einem Wasserbehälter in Verbindung stand.

Zwölf Stunden nach Beginn des Versuchs hatte sich eine sehr grosse, mit klarem Inhalt gefüllte, auf dem Boden des Fläschchens lagernde Zelle gebildet, die in das Ende des heberförmigen Rohrs offen hineinmündete. Als man nun den Quetschhahn des zum Wasserbehälter führenden Kautschukrohrs vorsichtig öffnete, wurde durch den Druck der Wassersäule die Zelle zusammengepresst und deren Inhalt durch das Heberrohr hindurch in ein untergehaltenes Gefäss getrieben. Der so zur Untersuchung gewonnene klare Inhalt der Zelle gab durch tiefschwarze Färbung mit schwefelsaurem Eisenoxyd einen reichlichen Gehalt von Gerbsäure zu erkennen.

(118.) Die Trübung des Inhalts der Leimzelle im zweiten Stadium entsteht also durch die in Folge der Verdünnung eintretende Fällung bereits darin gelösten Leims.

Wäre die Gerbsäure durch Endosmose hineingelangt, so musste sie sofort beim Eintritt in die Zelle an der Innenfläche der Membran gerinnen und zu deren Verdickung beitragen, während, wie wir gesehen haben, die Membran bei eintretender

Trübung des Inhalts gerade erst zu irisiren anfängt (42.) und im weiteren Wachsthum bei zunehmender Trübung des Inhalts immer dünner wird (43.).

(119.) Endlich enthält, wie wir weiterhin bei künstlichen, aus anderen Materialien dargestellten Zellen sehen werden, der Inhalt der Zelle nur dann grössere oder geringere Mengen des äusseren Membranbildners, wenn er nachweisbar lösend auf die Membran wirkt (122. 132.). Fehlt ihm diese Eigenschaft, so dringt keine Spur des äusseren Membranbildners in die Zelle hinein, wie auch umgekehrt selbst nach mehreren Wochen keine Spur von βLeim durch die Membran in die äussere verdünnte Gerbsäure dringt, weil die verdünnte Säure auf die Membran nicht lösend wirkt (24.).

(120.) Die Niederschlagmembranen sind, so lange sie von **beiden** Membranogenen umgeben sind, für diese vollkommen impermeabel. Erst dann, wenn der äussere Membranbildner durch eine andere indifferente Flüssigkeit ersetzt wird, hört diese Impermeabilität auf (86.—89.).

---

9. Ueber die Bildung von Zellen und Niederschlagmembranen aus einem Colloïd und einem Krystalloïd und aus zwei Krystalloïden.

(121.) In der ersten meiner vorläufigen Mittheilungen über vorliegenden Gegenstand[1]) war ich zu der Schlussfolgerung gelangt, dass „Zellenbildung und Wachsthum in den Organismen das Resultat der Aufeinanderwirkung zweier einander fällender colloïder Stoffe“ sei. Diese Folgerung stand, wie eine weitere Erwägung ergab, in Widerspruch mit dem in meiner Arbeit „Ueber die Respiration der Pflanzen“[2]) erlangten Ergebniss, dass die „Cellulose (die Membran der Pflanzenzellen) das Product der Oxydation eines löslichen Kohlehydrats durch den

---

1) Centralbl. f. med. Wissenschaften. 1865. Nr. 7.

2) Monatsbericht d. Königl. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1859. S. 84—94.

Sauerstoff der Luft" sei; denn man konnte den Sauerstoff unmöglich den colloïden Stoffen zuzählen.

Dieser Widerspruch brachte mich auf die Vermuthung, dass Membranen auch zwischen **nicht** colloïden Stoffen müssten entstehen können — eine Vermuthung, die sich vollkommen bestätigte.

(122.) Gerbsäure (ein Colloïd) bildet mit neutralem und basisch-essigsaurem Bleioxyd (krystallisirbaren Stoffen) in Wasser unlösliche, amorphe Niederschläge.

Concentrirte Gerbsäure nimmt Etwas von diesen Niederschlägen auf und scheidet sie bei Verdünnung wieder ab, indem sie sich trübt.

(123.) Versuch. Brachte man einen am Glasstab hängenden Tropfen zur höchsten Concentration abgedampfter, an der Luft bald erhärtender Gerbsäure in eine 2,5 proc. Lösung[1]) von Bleizucker (bei geringerem Procentgehalt entstand keine Membran), so hob sich noch wenigen Minuten eine prall gespannte blau irisirende Membran von allen Seiten des Tropfens ab, die aber bald platzte.

(124.) In 3,6 proc. Bleizuckerlösung trat zwar Anfangs Membranbildung ein, aber kein Wachsthum der Zelle, weil eine nur 3,6 Proc. Bleizucker enthaltende Lösung eine eben so grosse oder noch grössere endosmotische Kraft besitzt, wie fast trockene Gerbsäure (230.).

(125.) Die Zellenbildung aus Gerbsäure in Bleizuckerlösung war demnach schwierig. Nahm man ganz verdünnte Bleilösung (123.), so war die Membran zu fest und spröde, nahm man sie concentrirter (124), so blieb das Wachsthum aus. Man suchte deshalb die endosmotische Kraft des Zelleninhalts durch Zusatz von Traubenzucker zu verstärken (110.).

(126.) Versuch. Ein Tropfen einer ganz eingedickten Mischung von 1 Th. Gerbsäure und 0,27 Th. Traubenzucker dehnte sich selbst in einer 7,5 proc. Bleizuckerlösung zu einer prall gespannten Zelle mit blau und goldgelb irisirender Mem-

---

1) 100 Cc. der Lösung enthielten 2,5 Proc. krystallisirten Bleizucker.

bran aus, deren Inhalt sich jedoch schon nach 18 Minuten von oben herab zu trüben begann (durch Ausscheidung von gerbsaurem Bleioxyd, das nicht durch directe Endosmose, sondern durch lösende Wirkung der Gerbsäure (122.) auf die Membran in die Zelle gelangte (s. sub 132.).

(127.) Derselbe Erfolg, jedoch mit stärkerem Wachsthum, trat ein, wenn die in die Bleizuckerlösung getauchte Mischung auf 1 Th. Gerbsäure 0,6 Th. Traubenzucker enthielt.

(128.) Bemerkenswerth war, dass das Wachsthum der Zelle nicht continuirlich, sondern ruckweise vor sich ging, indem die Membran an verschiedenen Stellen kantig hervorgestossen wurde, so dass sie zuletzt ein ganz zerknittertes Aussehen, stellenweise auch hohle stachlige Auswüchse erhielt.

(129.) Am Meisten waren die Zellen nach der Lichtseite zu gewachsen mit einem grossen dahin gerichteten Wulst (100.).

(130.) Wurde der Gerbsäure noch mehr Traubenzucker zugesetzt, so war ein ruhiges Wachsthum der Zelle unmöglich. Es erfolgten ruckweise Eruptionen (58.) in der Membran, die zu langen Auswüchsen erstarrten und nach kurzer Zeit ein völliges Zerreissen der Zelle.

(131.) Alle diese Erscheinungen deuten auf eine ungemeine Festigkeit der Membran, wie denn auch in der That die Zellen so straff gespannt waren, dass sie bei Neigung des Gefässes trotz der Dünne der Membran ihre schwebende Lage am Glasstab nicht änderten.

(132.) Versuch. Rührte die nach kurzer Zeit eintretende Trübung des Zelleninhalts von oben herab (126.) auch hier nicht von einem directen Eindringen des äusseren Membranbildners, sondern davon her, dass die concentrirte Gerbsäure gerbsaures Bleioxyd aus der Membran aufgelöst hatte und dann bei endosmotischer Verdünnung wieder abschied, so durfte eine solche Trübung nicht eintreten, wenn man das Experiment in der Weise anstellte, dass der Gerbsäure im Verlauf des Versuchs Wasser entzogen wurde.

Zu diesem Zweck wurde in ein aufrechtes, unten geschlossenes kurzes Glasröhrchen (von ca. 10 Mm. Durchmesser) zuerst eine Schicht 30proc. Gerbsäurelösung gegossen und darauf

eine 6,6proc. Bleizuckerlösung vorsichtig aufgeschichtet. Es bildete sich an der Berührungsgrenze eine klare Membran, unterhalb welcher die Gerbsäure auch nach 20 Tagen noch klar und nach beträchtlichem Wasserverlust zu einem dickflüssigen Syrup zusammengeschrumpft war.

(133.) Aus diesem Versuch geht in Uebereinstimmung mit einer früheren Erfahrung (124.) gleichzeitig hervor, dass eine Lösung, die nur 6,6 Proc. krystallisirten (also schon wasserhaltigen) Bleizucker enthält, eine grössere endosmotische Kraft besitzt, als eine Lösung von 30 Proc. lufttrockener Gerbsäure.

(134.) Lösungen von essigsaurem oder basisch essigsaurem Bleioxyd geben auch mit verdünnter Gerbsäure Membranen, die bald klar, bald trübe sind.[1]) Um klare Membranen zu erhalten, musste man die Bleilösungen mehr verdünnen, als die der Gerbsäure. Erhielt man z. B. in einem Versuch bei einem gewissen Grade der Verdünnung beider Lösungen eine klare Membran, so erhielt man in einem zweiten Versuch eine trübe Membran, wenn man die Gerbsäure verdünnte, die Bleilösung aber nicht.

(135.) So z. B. gab Bleiessig von 1,225 spec. Gew. mit 15proc. Gerbsäure eine trübe Membran. Wurde aber auch der Bleiessig verdünnt, so entstand auch in 11proc. Gerbsäure eine klare Membran.

(136.) Die Trübung beruhte offenbar auf einer durch grös-

1) Derartige Versuche mit zwei verdünnten Lösungen wurden mit Hülfe von Glasröhrchen angestellt, die an dem einen Ende offen, an dem anderen durch ein längeres Kautschukröhrchen mit Quetschhahn geschlossen waren. Presste man den Kautschukschlauch zusammen und tauchte das offene Ende in die Lösung des einen Membranbildners, so wurde, wenn der Druck auf das Kautschukrohr nachliess, so viel von der Flüssigkeit in das Glasröhrchen gehoben, als man zum Versuch brauchte. Hierauf wurde die Aussenfläche des Glasröhrchens abgetrocknet und in die Lösung des zweiten Membranbildners getaucht, wodurch sich sofort eine die Mündung des Röhrchens abschliessende Membran bildete. Der Verschluss des Kautschukschlauchs durch einen Quetschhahn ist nicht durchaus erforderlich, aber für viele Fälle sehr zweckmässig (182.).

sere Intensität des endosmotischen Stroms verursachten Verdickung der Membran (50.). Die zur Herstellung einer klaren, nicht verdickten Membran nothwendige Abdämpfung des endosmotischen Stroms trat aber nur dann ein, wenn die Bleilösung verhältnissmässig viel verdünnter war, als die Gerbsäure, da die letztere eine viel geringere endosmotische Kraft besitzt (124. 133.).

(137.) Gerbsäure bildet Membranen auch mit dem krystallisirbaren essigsauren Kupferoxyd, die eine noch grössere Festigkeit, als die Membran von gerbsaurem Bleioxyd, besitzt und dem Druck des endosmotisch anschwellenden Zelleninhalts einen solchen Widerstand entgegensetzt, dass das Wachsthum jedesmal eine Eruption und Zerreissung der Zelle herbeiführt.

(138.) Kieselsaures Kali (käufliches „Wasserglas") gab unverdünnt oder nach Mischung mit dem fünffachen Volum Wasser Membranen mit 20proc. Bleizucker oder mit 7,7proc. essigsaurer Kupferoxyd-, oder mit 10proc. Zinnchlorürlösung.

(139.) Auch Lösungen zweier Krystalloïde, selbst solcher, die sich durch grosse Krystallisationsfähigkeit auszeichnen, sind im Stande Membranen zu bilden.

(140.) Brachte man, in einem Röhrchen mit Quetschhahn enthaltene, Tropfen einer 10proc. Ferrocyankalium- (Blutlaugensalz-) Lösung in eine 1,6proc. essigsaure Kupferoxyd-Solution, so bildete sich sofort eine sehr schöne klare, fast farblose Membran von Ferrocyankupfer (das, als amorpher Niederschlag, bekanntlich eine tief rothbraune Farbe zeigt).

(141.) Man machte Versuche mit Lösungen verschiedener Concentration und erhielt immer klare, kaum gefärbte Membranen, wenn der Procentgehalt der Blutlaugensalzlösung von 2,3 bis 10, und der essigsauren Kupferoxyd-Lösung von 1,6 bis 7,7 Proc. schwankte. Liess man aber eine kaltgesättigte (ca. 25proc.) Lösung von Ferrocyankalium auf eine 1,6proc. Kupferlösung wirken, so erhielt man eine stark verdickte, tiefrothbraune Haut, ebenso wenn man andererseits sehr verdünnte essigsaure Kupferlösung nahm, die bei nur 0,6proc. Gehalt mit 2,3 oder 10proc. Blutlaugensalzlösung stark rothe, verdickte

Häute gab. Es machte sich auch hier die schon mehrfach (50. 136.) besprochene Einwirkung eines intensiven endosmotischen Stroms auf die Verdickung der Membran geltend.

(142.) Dieser Einfluss eines intensiven endosmotischen Stroms auf die Verdickung der Membran wurde noch durch folgenden Versuch in auffälliger Weise bestätigt. Brachte man eine Lösung von 10 Proc. Blutlaugensalz und 3,3 Proc. schwefelsaurem Kali in Berührung mit einer 1,6 proc. Lösung von essigsaurem Kupferoxyd, so entstand sofort eine tiefbraunrothe dicke Haut, eine ganz klare, kaum gefärbte aber, wenn man die erstere Lösung mit $^2/_3$ ihres Volums Wasser verdünnt hatte.

(143.) In sehr einfacher und lehrreicher Weise lässt sich das Ferrocyankupfer in Membranform bringen, wenn man eine 2,3 proc. Lösung von Blutlaugensalz vermittelst eines fein zugespitzten Röhrchens in eine 2,5 proc. Lösung von essigsaurem Kupferoxyd einströmen lässt. (Die Spitze des Röhrchens muss in die Kupferlösung eintauchen). Es bildet sich hier, auch bei sehr raschem Einströmen, keine Spur eines rothbraunen Niederschlags, sondern ein zarter wolkiger Schleier, der beide Flüssigkeiten, wie Oel und Wasser, von einander trennt. Man muss erstaunen, dass diese auffallend leichte Membranbildung aus chemisch so vielfach benutzten Substanzen bisher der Beobachtung entging. Eine Thatsache wird wegen scheinbarer Bedeutungslosigkeit leicht übersehen, wenn man sie nicht sucht und eine leitende Idee erscheint gleichsam als ein besonderer Sinn, der die Wahrnehmung erleichtert, oft allein ermöglicht.

(144.) Versuch. Um das Wachsthum einer Zelle mit Membran von Ferrocyankupfer zu beobachten, wurden einige Tropfen einer 10 proc. Blutlaugensalzlösung in einem Röhrchen mit Quetschhahn (s. Anmerkung zu 134.) in eine 1,6 proc. Lösung von essigsaurem Kupferoxyd gebracht. Das Wachsthum ging wegen grosser Festigkeit der Membran sehr schwierig vor sich und wurde sehr bald durch Eruptionen unterbrochen, die sich zu Efflorescenzen verästelten (58.).

(145.) Versuch. Es war überraschend, dass das Zellenwachsthum besser gelang, wenn die essigsaure Kupferlösung (und zwar von 7,7 proc. Gehalt) die innere, die Blutlaugen-

salzlösung (von 2,3 proc. Gehalt) aber die äussere Flüssigkeit bildete. Unter langsamer Endosmose trat aus der Mündung des eingetauchten Röhrchens, das die Kupferlösung enthielt, eine gespannte Zelle hervor, die sich im Verlaufe des weiteren Wachsthums mit zahlreichen hohlen, stachligen, mit dem Inneren der Zelle communicirenden Auswüchsen bedeckte, nach nicht bedeutender Vergrösserung zu wachsen aufhörte und dann, ausser einer schwach röthlichen Trübung der Membran, bis zu Ende des Versuchs (innerhalb 43 Stunden) keine weitere Veränderung mehr erlitt.

Ich weiss für diesen merkwürdigen Einfluss des Zelleninhalts auf die Leichtigkeit, mit der die Intussusception vor sich geht, keine Erklärung beizubringen.

(145 b.) Noch leichter und ohne jede Eruption ging das Zellenwachsthum und die Intussusception vor sich, wenn der Zelleninhalt durch 10 proc. Kupferchloridlösung gebildet wurde, von der man einige Tropfen in einem Röhrchen mit Quetschhahn in eine 2,3 proc. Blutlaugensalzlösung tauchte. Schon nach $^1/_4$ Stunde hatte sich eine grosse, gespannte, höchst unregelmässig geformte, mit zahlreichen hohlen Stacheln besetzte Zelle gebildet, die nach $4^1/_2$ Stunden den grössten Theil des Wassers der ca. 2,3 Cc. betragenden äusseren Flüssigkeit eingesogen hatte.

Das Kupferchlorid besitzt offenbar eine enorme endosmotische Kraft (109.)

Bemerkenswerth bei diesem Versuche war auch die Bildung eines grosses Wulstes an der dem Lichte zugekehrten Seite der Zelle (100.).

(146.) Auch Berlinerblau (Eisencyanürcyanid, Ferrocyaneisen) lässt sich in Membranform erhalten. Man brachte einige Tropfen einer verdünnten Eisenchloridlösung (1 Cc. officineller Tinctura ferro-muriatica von 1,45 sp. Gew. und 5 Cc. Wasser) in einem Röhrchen mit Quetschhahn in eine 10 proc. Blutlaugensalzlösung. Es entstand sofort eine schön klare, wohl schwach blaue, aber durch die gelbe Blutlaugensalzsolution grünlich durchschimmernde Membran, und durch die starke endosmotische Kraft der Eisenchloridlösung innerhalb einer halben Stunde eine sehr

grosse Zelle, die nach einiger Zeit, unter Trübung des oberen Inhalts der Zelle, wohl aus denselben Gründen, wie die Zellen aus β Leim und Gerbsäure (42., 96., 97.) grosse Wülste nach oben bildete.

(147.) Die Membran, offenbar weniger fest und spröde, als die bisher besprochenen metallhaltigen Membranen, war nicht mit stachligen Auswüchsen bedeckt, sondern zeigte nur ein schwach welliges Aussehen.

(148.) Das Zellenwachsthum in diesem Versuch war jedenfalls von einem eigenthümlichen chemischen Zersetzungsprocess begleitet, denn man sah von der Aussenfläche der Zelle gleich nach Beginn des Versuchs fortwährend klare Streifen einer gelben Lösung in der äusseren Flüssigkeit herabsinken.

(149.) Versuch. Bemerkenswerth ist, dass sich zwischen Lösungen von schwefelsaurem Eisenoxyd und Ferrocyankalium keine Membran, sondern nur gewöhnliche dicke Niederschläge von Berlinerblau herstellen liessen, man mochte beide Lösungen in verschiedener Concentration auf einander wirken lassen. Diese überraschende Thatsache lässt sich wohl nur durch die Annahme erklären, dass die Interstitien des Berlinerblau's zwar, wie aus Versuch 146. ersichtlich, kleiner sind, als die Molecüle des Ferrocyankaliums und Eisenchlorids, aber grösser, als die Molecüle des schwefelsauren Eisenoxyds.

(150.) Versuch. Bleiessig von 1,225 spec. Gew. gab eine klare, sehr feste Membran mit 10proc. Ferrocyankaliumlösung.

(151.) Brachte man im Quetschhahnröhrchen einige Tropfen einer kalt gesättigten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul in eine 2,4proc. Blutlaugensalzlösung, so entstand eine äusserst zarte Membran, innerhalb deren die Quecksilberlösung nur langsam und wenig endosmotisch zunahm. Die Membran war nicht so starr, als die bisher untersuchten metallhaltigen Membranen. Während diese durch ihre Festigkeit und Sprödigkeit die Natur wirklicher Gläser zeigten, war die Membran von Ferrocyanquecksilber, ähnlich dem gerbsaurem β Leim, weich und nachgiebig. Durch Neigen des Röhrchens, in welchem die Zelle hing, konnte man eine Veränderung ihrer Gleich-

gewichtslage herbeiführen, was bei anderen metallhaltigen Zellen nicht gelang.

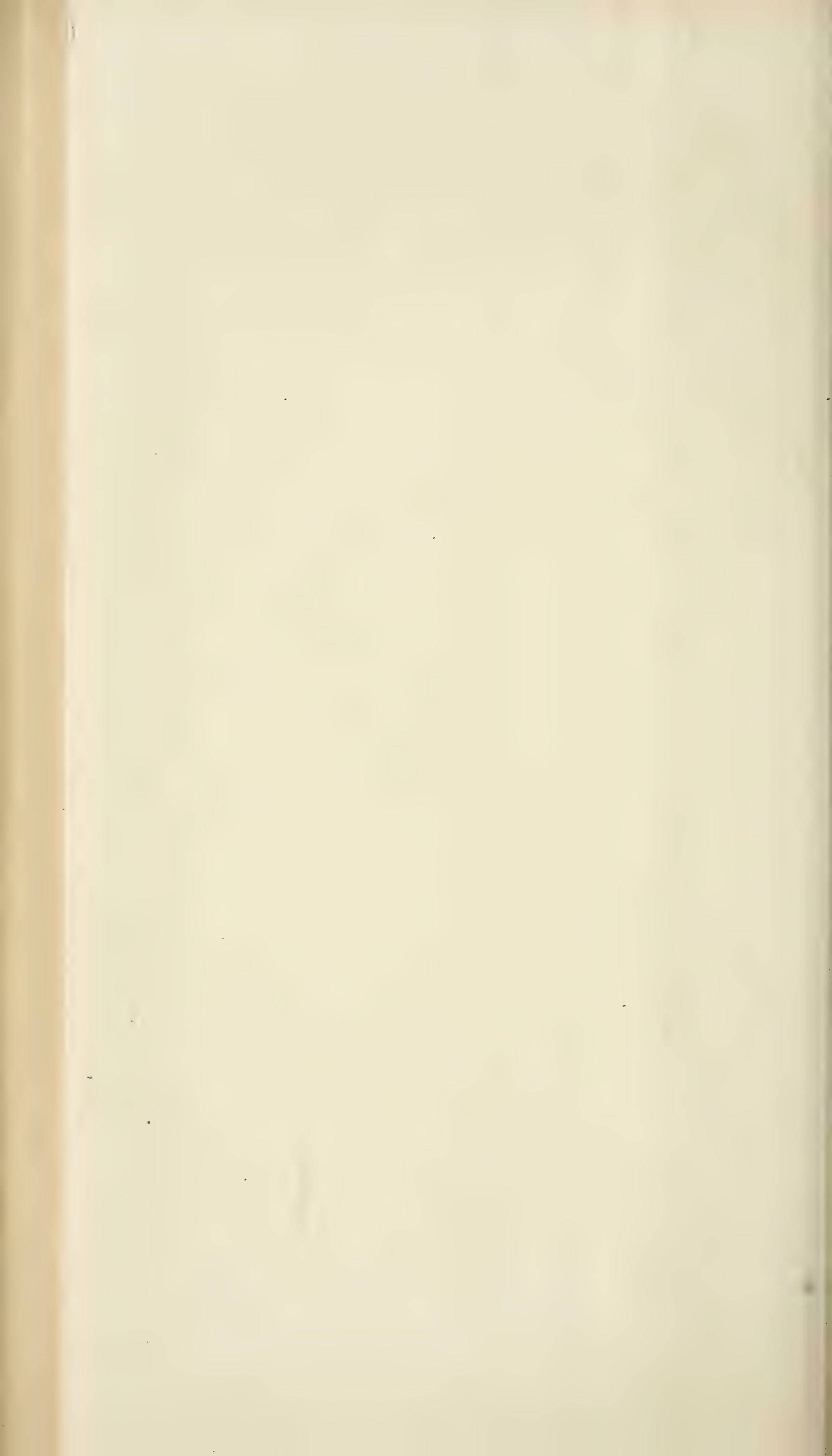
(152.) Die Membran zeigte selbst nach vielen Stunden keine Veränderung oder Verdickung. Sei es aber, dass die Membranbildner auf die Substanz der Membran zersetzend einwirkten und sich dadurch selbst zersetzten, — nach 12 Stunden zeigte sich die Ferrocyankaliumlösung getrübt und nach 36 Stunden hatte sie ihre membranbildende Fähigkeit ganz eingebüsst. Beide Flüssigkeiten hatten sich vermischt, während nur ein sehr geringer schwärzlicher Niederschlag entstanden war.

(153.) Es ist bekanntlich schwer, ja unmöglich, viele der unlöslichen Ferrocyanverbindungen durch Waschen vollständig zu reinigen. Diese Erscheinung, die man bisher, wie alle ähnlichen, der Wirkung der Adhäsion zuschrieb, beruht hier wohl jedenfalls auch mit darauf, dass die durch den Niederschlag einmal eingeschlossenen Partikeln der Lösung durch seine Interstitien nicht mehr hindurchdringen können.

(154.) Nicht alle Körper, die einen Niederschlag geben, bilden auch Membranen. In vielen Fällen bildet sich im ersten Moment eine solche, die sich aber sofort und je länger, je mehr verdickt, indem der Körper, dessen Atomgewicht kleiner ist, in die Lösung des anderen Körpers von grösserem Atomgewicht eindringt. Beispiele: Ammoniak und Eisenchlorid, salpetersaures Silberoxyd und Blutlaugensalz, Chlorbarium und Wasserglas, Salzsäure und salpetersaures Silberoxyd, Salpetersäure und Eiweiss.

(Schluss im nächsten Heft.)







Wagenschieber sc.



3.

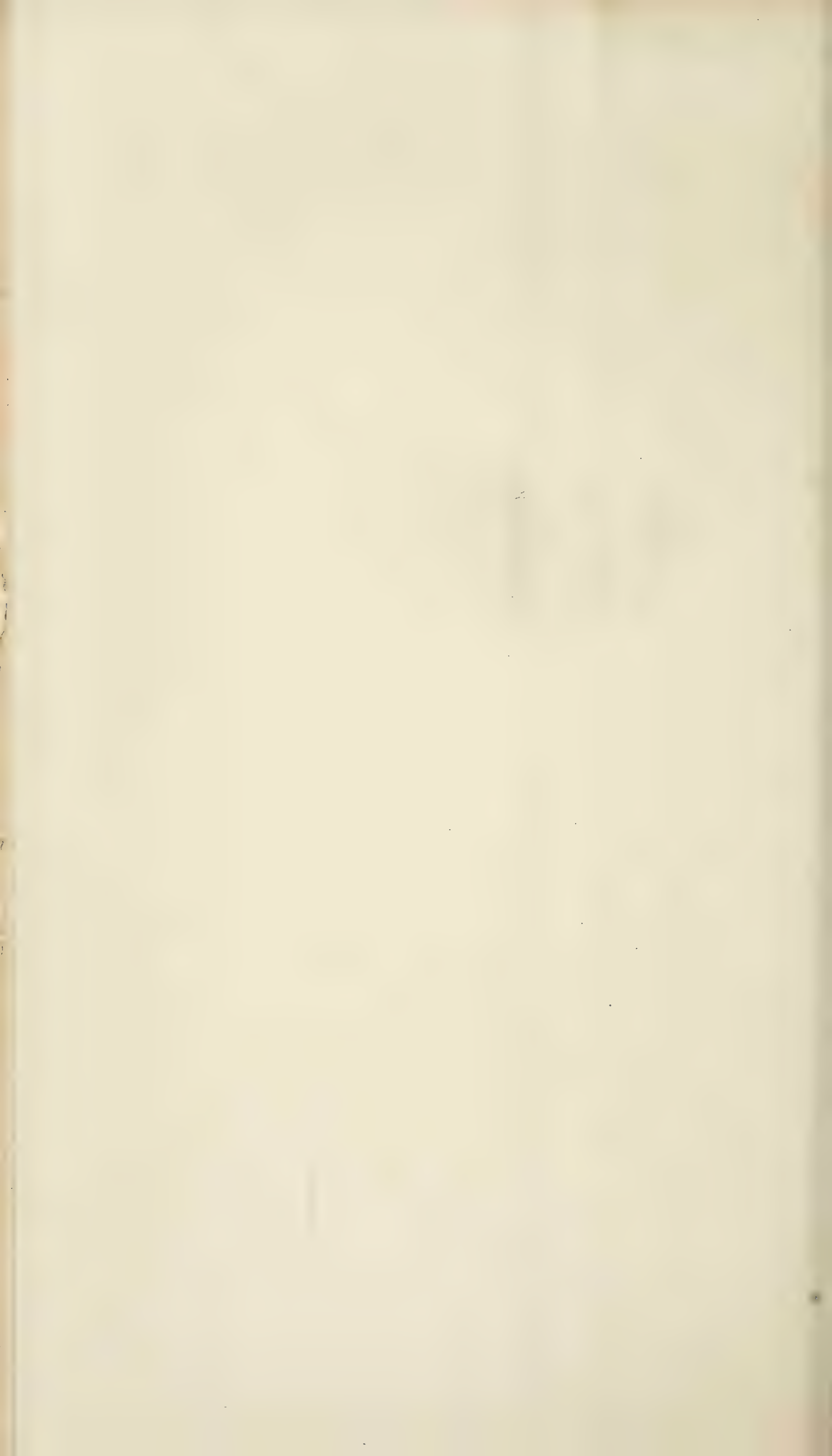
1.

2.

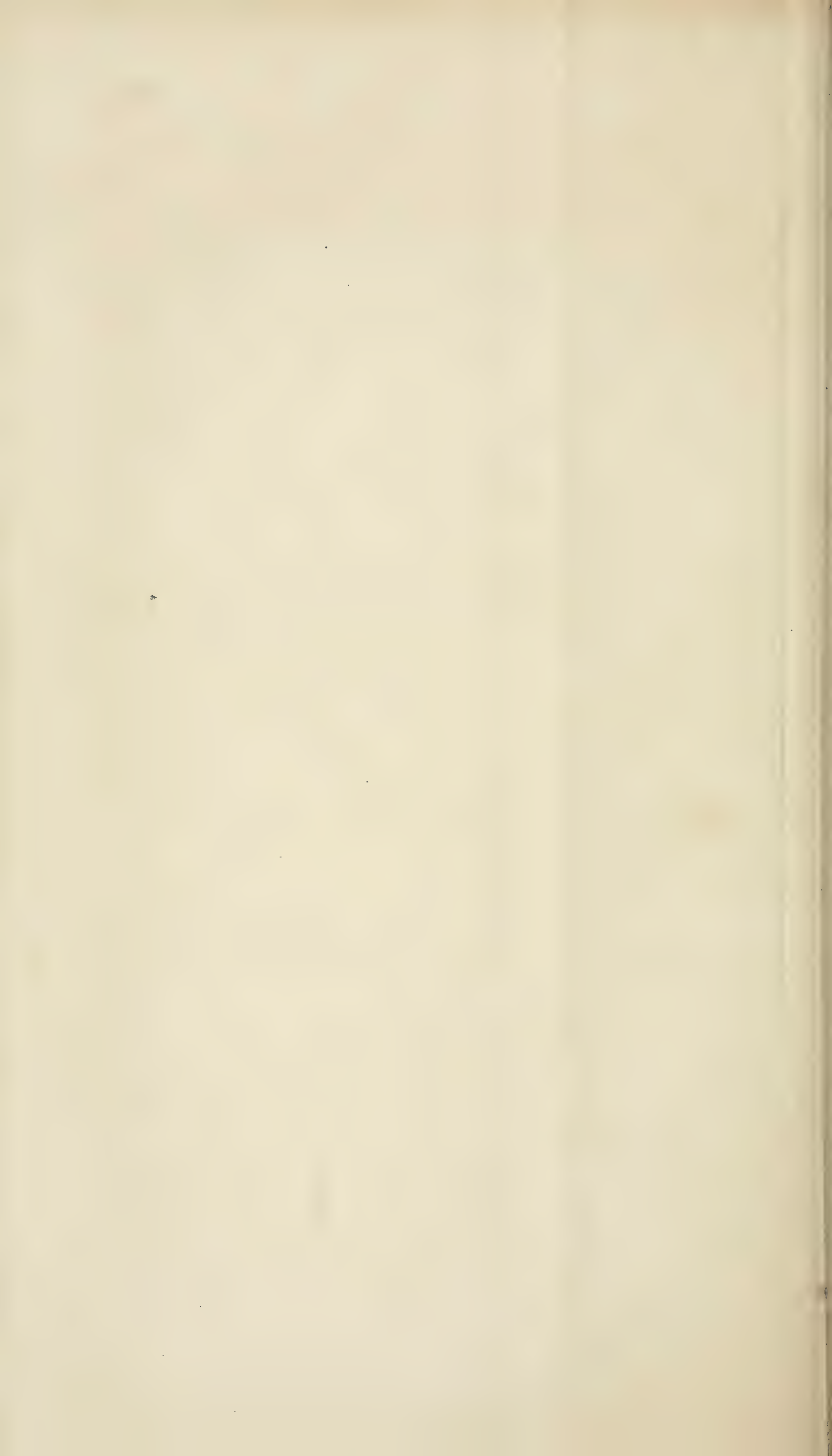
5.

Wagener del.

Wagenschieber sc.



Wagenschieber sc.



Experimente zur Theorie der Zellenbildung und Endosmose.

Von

M. Traube, Dr. phil.

(Schluss vom ersten Heft.)

(155.) Versuch. Versuche führten zur Auffindung einer eigenthümlichen Membranbildung aus einem Colloïd einerseits und reinem Wasser andererseits.

Ein, an einem Glasstab hängender grosser, fester Tropfen höchst concentrirter Gerbsäurelösung, der durch mehrstündiges Stehen an der Luft fest und lufttrocken geworden, wurde in eine 8proc. Lösung von β Leim eingetaucht. Er überzog sich sofort mit einer etwas trüben Membran und in wenigen Minuten erschien an der unteren Fläche des Tropfens ein kleines, faltiges Säckchen, das sich, unter Zusammenziehung seines Halses zu einem Bande, an demselben rasch zu Boden senkte.

Deplacirte man aber die Leimlösung durch destillirtes Wasser nach dem unter 84. 85. angegebenen Verfahren, wenn sich das schlaffe Säckchen eben gebildet hatte, oder brachte man den lufttrockenen Gerbsäuretropfen, nachdem er auch nur einige Secunden in 8proc. β Leimlösung verweilt hatte, noch vor Bildung eines Säckchens, in destillirtes Wasser, so hatte sich in dem blossen Wasser nach ungefähr einer Stunde eine sehr grosse, ellipsoïde, mit wenig getrübtem Inhalt gefüllte Zelle von ca. 22 Mm. Länge und 10 Mm. Breite gebildet, deren Membran glatt, glänzend und durchsichtig war. Zuletzt fiel die Zelle, indem ihr Hals durch die grosse Last riss, zu Boden, ehe noch die ganze Gerbsäuremenge sich gelöst hatte.

(156.) Der chemische Process der Membranbildung ist hier folgender:

Concentrirte Gerbsäure löst selbst in der Kälte bedeutende Mengen β Leim auf (24.). Taucht man demnach ein Stück Gerbsäure in 8proc. Leimlösung, so bilden sich an der Berührungsgrenze fortwährend Schichten von gerbsaurem Leim, die sofort immer von der Gerbsäure gelöst werden, so dass diese zuletzt mit einer dicken Schicht einer concentrirten Lösung von gerbsaurem β Leim bekleidet ist. In Wasser gebracht, scheidet diese Lösung sofort einen Niederschlag von gerbsaurem Leim (24.) in Membranform aus.

(157.) Zwar müsste das Wasser, das durch diese Membran in die Zelle gelangt, sofort neue Ausscheidung von gerbsaurem Leim, also eine immer weiterschreitende Verdickung der Membran veranlassen. Aber der im Inneren der Zelle vorhandene, nur allmählich sich lösende Kern von Gerbsäure wirkt fortwährend lösend auf die Innenseite der Membran, die in Folge dessen eine gewisse Dicke nicht überschreiten kann.

(158.) In der That ist das Vorhandensein eines festen Kerns von Gerbsäure in der Zelle zum Gelingen des Versuchs durchaus nöthig. Brachte man ein Stückchen einer mit β Leim gesättigten Gerbsäure in Wasser, so bildete sich keine Membran, sondern eine sich immer mehr verdickende weisse Kruste von gerbsaurem Leim ohne Spur einer Zellenbildung.

(159.) Als weiteren Beweis für die richtige Deutung des Versuchs 155. diene die Thatsache, dass, wenn man im Verlaufe desselben zeitweise neues destillirtes Wasser nachströmen liess, dasselbe immer bald mit Eisenoxydlösung die Anwesenheit von Gerbsäure zu erkennen gab. Die Intussusception, das Wachsthum der Membran, musste hier nothwendig dem umgebenden Wasser einen Gerbsäuregehalt zuführen, da ja die Bildung der Membran eben in einer, durch Einwirkung des Wassers herbeigeführten Zerfällung des sauren gerbsauren Leims in unlöslichen gerbsauren Leim und sich lösende Gerbsäure bestand.

(160.) Der Gerbsäuregehalt des Wassers konnte nicht von einer directen Lösung der Membran herrühren, da gut gewa-

schener gerbsaurer Leim selbst nach tagelangem Stehen mit Wasser diesem kaum eine Spur von Gerbsäure abgiebt (25.).

---

10. Theorie der Membranbildung durch chemische Fällung.

(161.) Fassen wir die über Membranbildung gemachten Erfahrungen zusammen, so geht aus denselben hervor, dass nicht nur zwischen zwei colloïden (amorphen) Stoffen Membranen entstehen können, sondern auch zwischen einem colloïden und einem krystalloïden, ja sogar zwischen zwei krystalloïden Stoffen.

(162.) Die Unfähigkeit, durch eine Membran hindurchzugehen, ist demnach durchaus nicht auf amorphe Körper beschränkt und die einfache Theorie aller über Membranbildung gesammelten Thatsachen spricht sich in dem Gesetze aus:

Jeder Niederschlag, dessen Interstitien kleiner sind, als die Molecüle seiner Componenten, muss bei Berührung der Lösungen seiner Componenten, Membranform annehmen.

(163.) Die Entdeckung Graham's, dass die gewöhnlichen Membranen nur für amorphe Körper undurchdringlich sind, beweist nichts Anderes, als dass unter allen chemischen Verbindungen die **amorphen** die grössten Molecüle besitzen, die selbst nicht einmal durch die grösseren Poren der gewöhnlichen thierischen und pflanzlichen Häute durchzudringen vermögen. Wenn es je gelingen sollte, die absolute Grösse der Molecüle direct zu messen, so dürfte dies zunächst bei den Colloïden möglich sein.

(164 a.) Die in 162. gegebene Theorie führt mit Nothwendigkeit zu einigen Folgerungen:

Je grösser die membranogenen Molecüle, um so weniger wird man einen directen Schluss machen können auf die Grösse der Membran-Interstitien; denn da die Molecüle eines sich abscheidenden Niederschlags, unabhängig von anderen Einflüssen, sich unbehindert so nahe zusammen-

legen, wie es ihre Form gestattet und ihre Anziehung verlangt, so können die Interstitien nahe so gross, aber auch bedeutend kleiner sein, als die membranogenen Molecüle.

(164 b.) Je kleiner die membranogenen Molecüle, desto enger sind die Grenzen, innerhalb welcher die Grösse der Membraninterstitien fallen muss, desto dichter wird im Allgemeinen die Membran sein.

(164 c.) Sind die Molecüle der Membranbildner, was wohl meist der Fall sein dürfte, von verschiedener Grösse, so wird, da die Interstitien der Membran immer kleiner sein müssen, als das kleinere membranogene Molecül, die Membran im Allgemeinen um so dichter sein, je kleiner auch nur das eine der membranogenen Molecüle (252.).

(165.) Das Wachsthum einer Membran durch Intussusception wird schon dann eintreten, wenn sich die Interstitien nur zu der Grösse des kleineren membranogenen Molecüls erweitern, so dass dieses hindurchtreten und neue Niederschlagmolecüle bilden kann.

(166.) Die Intussusception wird um so leichter erfolgen, je geringer die Differenz zwischen der Grösse der Membraninterstitien und der Grösse der membranogenen Molecüle ist. In dem Wachsthum des gerbsauren βLeims haben wir ein Beispiel einer auffallend leichten, schon bei sehr geringer Dehnung eintretenden Intussusception kennen gelernt (92. 93.). Dagegen boten uns die meisten metallhaltigen Membranen Beispiele einer schwierigen Intussusception und es mag eben die Festigkeit einer Membran ihrer, das Wachsthum erschwerenden Dichte proportional sein.

(167.) Man kann einen und denselben Niederschlag bekanntlich aus verschiedenen chemischen Verbindungen erzeugen; Ferrocyankupfer z. B. aus Ferrocyanwasserstoff und Kupferchlorid, oder Ferrocyanammonium und salpetersaurem Kupferoxyd oder einem löslichen Doppelsalz des Kupferoxyds u. s. w. Die Theorie weist darauf hin, dass ein Niederschlag um so leichter Membranform annehmen wird, je grösser die Molecüle seiner Componenten sind, und da, nach weiterhin mitzutheilenden Thatsachen (238. 242.), die Grösse eines Mo-

lecüls mit seinem Atomgewicht und der Anzahl der Atome wächst, aus denen es besteht, so ist es wahrscheinlich, dass wohl die meisten Niederschläge in Membranform zu erhalten sind, wenn man sie aus möglichst complexen Verbindungen darstellt.

(168.) Dass es bei Darstellung von Niederschlägen in Membranform wesentlich auf die Componenten ankommt, die man zur Darstellung wählt, haben wir bei dem Berlinerblau erfahren (146. 149.), das bei Anwendung von Eisenchlorid, aber nicht von schwefelsaurem Eisenoxyd in Membranform zu erhalten war.

11. Endosmotisches Verhalten der Niederschlagmembranen.

(169.) Mit den überaus feinen Niederschlagmembranen lassen sich Diffusionsversuche nicht in der gewöhnlichen Art anstellen, da man sie nicht, wie ein Stück Blase, an das Ende eines Glasrohrs festbinden kann. Man kam zuletzt auf folgendes einfache Verfahren:

Der auf seine Diffusionsfähigkeit zu prüfende Körper A wurde der Lösung des einen Membranbildners zugesetzt und einige Tropfen der Mischung in das bereits beschriebene (134. Anm.) Röhrchen mit Quetschhahn gebracht, das man dann in 2 bis 3 Cc. der (in einem kurzen, engen Reagenzrohr befindlichen) Lösung des anderen Membranbildners eintauchte. Durch die, die Mündung des Quetschhahnröhrchens sofort überziehende und abschliessende Niederschlagmembran wurde die Endosmose eingeleitet.

Nach Beendigung des Versuchs wurde das Röhrchen aus der äusseren Lösung herausgehoben und durch chemische Prüfung dieser letzteren ermittelt, ob der Körper A durch die Niederschlagmembran diffundirt war.

(170.) Einige Handgriffe erleichtern die Anstellung der Versuche:

Die in dem Quetschhahnröhrchen enthaltene Lösung wird durch Hinabziehen des (durch den Quetschhahn geschlossenen) Kautschukschlauchs genau bis an die Mündung des Röhrchens

getrieben, so dass sie (die Lösung) eine plane Oberfläche bildet. Dadurch wird verhindert, dass sich beim Eintauchen des Röhrchens eine Luftblase zwischen die innere und äussere Lösung einschiebt.

Das Quetschhahnröhrchen steckt ziemlich lose in einem auf das kurze Reagensrohr passenden durchbohrten Kork, so dass es leicht auf- und abgeschoben werden kann.

Beim Beginn des Versuchs wird dafür gesorgt, dass der Quetschhahn dicht schliesst und die innere und äussere Lösung in gleichem Niveau stehen. Man kann dadurch eine etwaige endosmotische Zunahme der inneren Lösung constatiren, die sich durch eine aus der Mündung des Röhrchens heraustretende Zelle bemerkbar macht.

Hat sich eine Zelle gebildet, so wird ihr Inhalt nach beendigtem Versuch durch Hinaufziehen des Kautschukschlauchs in das Röhrchen hineingesogen und dieses herausgehoben, so dass man die innere und äussere Lösung, jede für sich, chemisch prüfen kann.

(171.) Versuch. In 10 Cc. Wasser wurden 1,6 Gr. βLeim und 0,23 Gr. Salmiak aufgelöst. Einige Tropfen dieser Lösung wurden (im Röhrchen mit Quetschhahn) in einige Cc. einer 3,5proc. Gerbsäurelösung eingesetzt. Die Mündung des Quetschhahnröhrchens überzog sich sofort mit einer Membran von gerbsaurem βLeim. Nach $^1/_2$ Stunde wurden einige Tropfen der äusseren Gerbsäurelösung mittelst einer Pipette auf ein Uhrglas gebracht und gaben, mit Salpetersäure und salpetersaurem Silberoxyd geprüft, reichlichen Niederschlag von Chlorsilber.

Die Membran von gerbsaurem Leim ist mithin permeabel für Salmiak.

(172.) Versuch. Einige Tropfen einer Lösung von 0,91 Gr. βLeim und 0,28 Gr. schwefelsaurem Ammoniak in 10 Cc. Wasser wurden in derselben Weise in einige Cc. einer 2,2proc. Gerbsäurelösung eingesetzt. Schon wenige Minuten nach Beginn des Versuchs verursachte ein Tropfen Chlorbariumlösung in die äussere Flüssigkeit gebracht, eine starke Trübung der untersten Schicht.

(173.) Versuch. Einige Tropfen einer Lösung von 0,58 Gr. βLeim und 0,19 Gr. schwefelsaurem Ammoniak wurden in einige Cc. einer 3,2 proc. Gerbsäurelösung eingesetzt.

22 Minuten nach Beginn des Versuchs gab die äussere Lösung, mit Chlorbarium geprüft, starke Trübung in der untersten Schicht, während die obere, die mit der Membran in unmittelbarer Berührung gestanden hatte, klar blieb.

Offenbar bildet das durch die Membran hindurchtretende schwefelsaure Ammoniak eine concentrirte, sich rasch zu Boden senkende Lösung.

(174.) Versuch. Wiederholte man die eben mitgetheilten Versuche mit der einzigen Abänderung, dass man der äusseren Lösung eine sehr geringe Menge (0,3 Proc.) salpetersauren Baryt zufügte, so konnte man das Durchdringen des schwefelsauren Ammoniaks durch die Membran unmittelbar an den trüben Streifen von schwefelsaurem Baryt erkennen, die sich von der unteren Fläche der Membran herabsenkten.

(175.) Die Membran von gerbsaurem βLeim ist mithin permeabel auch für schwefelsaures Ammoniak.

(176.) Versuch. Brachte man eine Lösung von βLeim, der man grössere oder geringere Mengen verdünnter Schwefelsäure zugesetzt hatte, in eine etwas Chlorbarium haltende Gerbsäurelösung, so senkten sich von der unteren Seite der Membran fortdauernd trübe Streifen von schwefelsaurem Baryt herab.

Die Membran von gerbsaurem βLeim ist mithin permeabel für freie Schwefelsäure.

(177.) Versuch. Eine Mischung von 1 Th. Ferrocyankalium und 20 Th. βLeim wurde in sehr wenig Wasser zu einem dicken Syrup aufgelöst. Einige Tropfen davon in 1 Cc. einer 2,2 proc. Gerbsäure eingesetzt, gab eine aus dem Röhrchen heraustretende ansehnliche Zelle. Nach 3 Stunden wurde die Gerbsäure auf einen Gehalt an Ferrocyankalium geprüft.

(178.) Es machte Schwierigkeiten, diesen Körper neben der Gerbsäure auch in kleinen Spuren nachzuweisen, denn das schärfste Reagens auf Ferrocyankalium, das mit diesem eine blaue Fällung giebt — Eisenoxydlösung — bildet mit Gerb-

säure einen tief schwarzen Niederschlag, der die gleichzeitige Anwesenheit des Berlinerblaus völlig verdeckt.

Nach vielen vergeblichen Versuchen fand man endlich, dass, wenn man sowohl die Gerbsäure einerseits, als andererseits die Eisenchloridlösung vorher mit viel verdünnter Salzsäure versetzt, die Gerbsäurereaction gänzlich ausbleibt, während die Bildung von Berlinerblau dadurch nicht verhindert wird.

Auf diese Weise ermittelte man, dass keine Spur von Ferrocyankalium durch die Membran in die äussere Flüssigkeit gedrungen war.

(179.) Derselbe Versuch, auf 20 Stunden ausgedehnt, ergab dasselbe Resultat. Die Membran von gerbsaurem Leim ist demnach völlig undurchdringlich für Ferrocyankalium.

(180.) Versuch. Brachte man einige Tropfen einer Lösung von 1 Th. Blutlaugensalz und 20 Th. βLeim in 80 Th. Wasser im Quetschhahnröhrchen in eine Lösung von 2,7 Proc. Gerbsäure und 0,9 Proc. salpetersauren Baryt, so stiegen im Quetschhahnröhrchen von der Membran trübe Streifen in die Höhe, offenbar herrührend von durchgedrungenem salpetersaurem Baryt, der mit dem Ferrocyankalium der inneren Flüssigkeit eine Fällung von schwerlöslichem salpetersaurem Baryt gab.

Die Membran von gerbsaurem βLeim ist demnach durchgängig für salpetersauren Baryt.

(181.) Die Untersuchung des endosmotischen Verhaltens der Membran von Ferrocyankupfer hatte mit höchst beträchtlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, verursacht durch die Neigung derselben, Eruptionen zu bilden (144.), die durch Zusatz anderer Salze zu der inneren Lösung augenscheinlich vermehrt wird. Die Efflorescenzen, zu welchen sich die Eruptionen bald vergrösserten, gestatteten selbst solchen Körpern den Durchgang, für welche die Membran sonst undurchdringlich ist.

Man glaubte die Bildung von Eruptionen dadurch umgehen zu können, dass man empirisch diejenige Concentration der beiden Lösungen zu ermitteln suchte, bei welchen endosmotisches Gleichgewicht eintrat und jede weitere Intussusception und Ver-

grösserung der Membran ausbleiben musste. Dieses Gleichgewicht war aber in Wirklichkeit fast nie zu treffen, da es durch den geringsten Zusatz anderer Salze gestört wurde.

(182.) Zuletzt umging man alle Schwierigkeiten durch einen einfachen Kunstgriff. Man liess, nachdem man die Mündung des Quetschhahnröhrchens bis dicht unter das Niveau der äusseren membranogenen Flüssigkeit hinabgesenkt hatte, durch Oeffnen des Quetschhahns einen Theil der Flüssigkeit ausströmen, der sofort als eine mit Membran bekleidete, an der Mündung des Röhrchens hängende Zelle erschien. Hierauf wurde durch Hinaufziehen des Kautschukschlauchs der Inhalt der Zelle wieder in das Röhrchen hineingesogen, so dass dieses nunmehr durch eine vielfach gefaltete Membran von Ferrocyankupfer geschlossen war. Trat endosmotischer Druck im Verlauf des Versuchs ein, so wurde die Membran auseinandergefaltet, ohne zur Vergrösserung durch Intussusception gezwungen zu sein.

(183.) Versuch. Einige Tropfen einer Lösung von 2,4 Proc. Ferrocyankalium und 1 Proc. Chlorkalium wurden im Quetschhahnröhrchen in ca. 3 Cc. einer 2,8 proc. Lösung von essigsaurem Kupferoxyd eingetaucht. Es bildete sich eine klare Membran. Nach 21 Minuten gab die äussere Flüssigkeit mit Silberlösung geprüft reichliche Flocken von Chlorsilber.

(184.) Versuch. Wiederholte man den Versuch mit der Abänderung, dass man unmittelbar vor Beginn desselben in die äussere Flüssigkeit einen Tropfen concentrirter Silbersolution vorsichtig hinabgleiten liess, so senkten sich nach wenigen Sekunden zarte weisse Nebel von der Membran herab, die am Boden, wo die concentrirte Silberlösung lag, dick und undurchsichtig wurden. Es wird hierdurch die Leichtigkeit, mit der das Chlorkalium durch eine Membran von Ferrocyankupfer hindurchgeht, sofort anschaulich gemacht.

(185.) Versuch. Man beobachtete dieselben Erscheinungen, wie im vorigen Versuch, wenn man dem Ferrocyankalium statt des Chlorkaliums Chlornatrium oder Chlorammonium zusetzte. Es ist aber, obwohl wahrscheinlich, doch nicht mit Sicherheit daraus zu schliessen, dass auch diese Salze durch die Membran von Ferrocyankupfer durchdringen, da sie sich

möglicherweise vorher mit dem Ferrocyankalium zu Chlorkalium und Ferrocyan-Natrium oder -Ammonium konnten umgesetzt haben. Um diese Quelle des Irrthums zu beseitigen, hätte man zum inneren Membranbildner Ferrocyan-Natrium oder -Ammonium verwenden müssen, — Verbindungen, die mir nicht zur Hand waren.

(186.) Versuch. Man bereitete eine Mischung von 0,5 Cc. einer 10proc. Chlorbariumlösung und 5 Cc. einer 2,8proc. essigsauren Kupferoxydlösung und brachte einige Tropfen davon im Quetschhahnröhrchen in 2,4proc. Lösung von Ferrocyankalium. Es bildete sich sofort eine klare, zarte Membran.

Nach 20 Minuten gab die äussere Lösung mit Schwefelsäure geprüft, keine Spur eines Niederschlags. Die Membran von Ferrocyankupfer ist demnach undurchdringlich für Chlorbarium.

(187.) Versuch. Der vorige Versuch wurde umgekehrt. Man bereitete eine Mischung von 0,5 Cc. einer 10proc. Chlorbarium- und 5 Cc. einer 2,4proc. Blutlaugensalzlösung. Einige Tropfen davon im Quetschhahnröhrchen in 2,8proc. Lösung von essigsaurem Kupferoxyd eingeführt. Nach 44 Minuten gab die äussere Lösung wohl mit Silbersolution eine reichliche Fällung, aber keine Spur einer Reaction mit Schwefelsäure — ein Beweis, dass sie wohl Chlor aber kein Barium enthielt. Es war nicht Chlorbarium, sondern Chlorkalium durch die Membran gedrungen.

(188.) Es ist hierdurch, wie ich glaube, der erste scharfe experimentelle Beweis für die bisherige Vermuthung geliefert, dass Umsetzungen zwischen löslichen Salzen stattfinden, auch, wenn sie keine Niederschläge mit einanderbilden.

(189.) Versuch. Man setzte einen Tropfen einer gesättigten Lösung von Chlorcalcium zu 5 Cc. einer 1,8proc. essigsauren Kupferoxydlösung. Einige Tropfen dieser Mischung im Quetschhahnröhrchen in ca. 1 Cc. einer 2,4proc. Blutlaugensalzlösung eingesetzt, gaben eine klare Membran.

Nach 20 Minuten gab die äussere Lösung, mit oxalsaurem Ammoniak geprüft, keine Spur eines Niederschlags.

(190.) Versuch. Wurde derselbe Versuch mit der Abänderung angestellt, dass man unmittelbar vor Beginn desselben in die äussere Lösung vorsichtig einen Tropfen oxalsaure Ammoniaklösung hatte hinabsinken lassen, so blieb diese im Verlauf des Versuchs vollkommen klar, was nicht der Fall sein konnte, wenn auch nur eine Spur Chlorcalcium durch die Membran gedrungen wäre.

Die Membran von Ferrocyankupfer ist demnach undurchdringlich für Chlorcalcium.

(191.) Versuch. 0,1 Gr. schwefelsaures Kali wurde in 5 Cc. einer 1,8proc. essigsauren Kupferoxydlösung gelöst. Einige Tropfen dieser Mischung wurden im Quetschhahnröhrchen in ca. 1,5 Cc. einer 4proc. Blutlaugensalzlösung eingesetzt. Selbst nach $3^{1}/_{4}$ Stunden gab die äussere Flüssigkeit, mit Chlorbarium geprüft, keine Spur eines Niederschlags.

Die Membran von Ferrocyankupfer ist undurchdringlich für schwefelsaures Kali.

(192.) Versuch. Einige Tropfen einer Lösung von 1,8 Proc. essigsaurem Kupferoxyd und 0,05 Proc. salpetersaurem Baryt wurden im Quetschhahnröhrchen in eine Lösung eingetaucht von 2,4 Proc. Blutlaugensalz und 0,1 Proc. schwefelsaurem Kali. Es bildete sich sofort eine ganz klare Membran, durch welche weder salpetersaurer Baryt noch schwefelsaures Kali durchdrangen, da die Flüssigkeiten zu beiden Seiten der Membran völlig klar blieben.

(193.) Versuch. Dasselbe geschah, wenn die äussere Lösung statt 0,1 Proc. nur 0,02 Proc. schwefelsaures Kali enthielt, oder wenn die äussere Lösung 0,1 Proc. schwefelsaures Kali enthielt, dagegen der Gehalt der inneren Lösung an salpetersaurem Baryt bedeutend, d. h. bis auf 1 Proc. vermehrt wurde.

(194.) In allen Fällen blieb sogar die Membran völlig klar ohne Spur einer Trübung oder Verdickung durch Niederschlag — ein Beweis, dass eine so zarte Scheidewand hinreicht, das schwefelsaure Kali und den salpetersauren Baryt vollständig von einander zu trennen und ihre wechselseitige Einwirkung unmöglich zu machen.

Die Membran von Ferrocyankupfer ist demnach undurchdringlich für salpetersauren Baryt.

(195.) Einige Tropfen einer Lösung von 2,8 proc. essigsaurem Kupferoxyd und 0,5 Proc. schwefelsaurem Ammoniak wurden im Quetschhahnröhrchen in 3 Cc. einer 2,4 proc. Blutlaugensalzlösung eingesetzt, in die man kurz vorher einen Tropfen gesättigter Chlorbariumlösung vorsichtig hatte hinabgleiten lassen. Es bildete sich eine ganz klare Membran und die äussere Flüssigkeit blieb vollkommen klar. Wäre nur eine Spur von schwefelsaurem Ammoniak durch die Membran gegangen, so hätten in der äusseren Lösung trübe Nebel von der Membran herabsinken müssen.

Die Membran von Ferrocyankupfer ist demnach impermeabel für schwefelsaures Ammoniak.

(196.) Die vorstehende Versuchsreihe ergiebt, dass die Membran von gerbsaurem βLeim undurchdringlich ist nicht blos für ihre Membranbildner (Gerbsäure und βLeim), sondern auch für eine leicht krystallisirbare Verbindung, — das Ferrocyankalium, dagegen

permeabel für Chlorammonium, schwefelsaures Ammoniak, Schwefelsäure, salpetersauren Baryt, endlich für Wasser (wie aus dem Wachsthum der Leimzellen hervorgeht).

Die Membran von Ferrocyankupfer aber ist undurchdringlich nicht blos für ihre Membranbildner — Ferrocyankalium, essigsaures Kupferoxyd oder Kupferchlorid (145.) — sondern auch gegen Chlorbarium, Chlorcalcium, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Ammoniak und salpetersauren Baryt, dagegen

permeabel für Chlorkalium und Wasser.

(197.) Die Niederschlagmembranen verhalten sich demnach durchaus verschieden von allen bisher gekannten Membranen, indem sie selbst solchen Körpern den Durchgang verwehren, die man bisher zu den diffusibelsten rechnete.

(198.) Ausserdem aber zeigen die verschiedenen Niederschlagmembranen ein specifisch verschiedenes endosmotisches Verhalten. Eine Membran von gerbsaurem βLeim lässt schwefelsaures Ammoniak und salpetersauren Baryt durch,

für welche eine Membran von Ferrocyankupfer völlig undurchdringlich ist.

(199.) Diese Thatsache beweist in Uebereinstimmung mit der in Abschnitt 10. entwickelten Theorie, dass die Interstitien verschiedener Niederschlagmembranen verschieden gross sind. Es ist im vorliegenden Fall die Membran von Ferrocyankupfer offenbar dichter, als die von gerbsaurem βLeim, da die letztere Stoffe durchlässt, für welche die erstere impermeabel ist.

(200.) Umgekehrt kann man die Niederschlagmembranen als Atomsiebe anwenden, um die relative Grösse der Atome zu bestimmen; denn es sind offenbar die Molecüle, die durch eine bestimmte Membran hindurchgehen, kleiner als diejenigen, die das nicht vermögen.

---

12. Infiltration der Niederschlagmembranen.

(201.) Die Theorie über die moleculare Beschaffenheit der Niederschlagmembranen, die alle bisher ermittelten Thatsachen einfach erklärte, ja ihre Auffindung zum Theil veranlasste, führte zu der Vermuthung, dass man die Permeabilität der Membranen müsste vermindern können durch Niederschläge, die man in die Interstitien sich absetzen liess — ein Process, den wir mit Infiltration bezeichnen.

Setzte man z. B. einerseits einer Lösung von βLeim etwas schwefelsaures Ammoniak, andererseits einer Gerbsäuresolution etwas Chlorbarium hinzu, so musste bei Berührung dieser beiden Flüssigkeiten nicht nur eine Membran von gerbsaurem Leim, sondern in derselben ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt und damit nothwendig eine Verkleinerung der Interstitien erfolgen. Waren die derartig verengten Interstitien kleiner, als die Molecüle des Chlorbariums und schwefelsauren Ammoniaks, so konnten diese die Membran nicht mehr durchdringen. Der Niederschlag durfte blos in der Membran erfolgen, die Lösungen zu beiden Seiten der Membran mussten klar bleiben.

(202.) Versuch. Es wurden einerseits in 2 Gr. Wasser 0,3 Gr. βLeim (d.i. 15 Proc.) und 0,03 Gr. schwefelsaures Ammoniak (d. i.

1,5 Proc.), andererseits in 27 Cc. einer 2,2proc. Gerbsäurelösung 0,3 Gr. Chlorbarium (d. i. 1,1 Proc.) aufgelöst. Einige Tropfen der ersteren Lösung wurden im Quetschhahnröhrchen in einige Cc. der zweiten Lösung eingesetzt. Es bildete sich sofort eine äusserst schwach (offenbar durch Einlagerung von schwefelsaurem Baryt) getrübte Membran, während beide Lösungen vollkommen klar blieben. Dies war selbst nach 24 Stunden noch der Fall, so dass offenbar die Membran durch Infiltration mit schwefelsaurem Baryt ihre Permeabilität für schwefelsaures Ammoniak gänzlich eingebüsst hatte, nicht aber für Wasser; denn die innere Lösung hatte im Verlauf des Versuchs beträchtlich an Volum zugenommen und zur Bildung einer, an der Mündung des Röhrchens hängenden grossen Zelle mit kaum getrübter, wellig gekräuselter Membran Veranlassung gegeben.

(203.) Die Membran war viel fester, als die von reinem gerbsauren βLeim. Man konnte die Zelle stark erschüttern, ja sogar aus der Lösung herausheben, ohne dass sie zerriss.

Ueber die wahrscheinliche Ursache der unregelmässigen Form der Zelle s. 101.

(204.) Versuch. Vermehrte man den Gehalt der 15proc. βLeimlösung an schwefelsaurem Ammoniak bis auf 4,6 Proc. (d. h. auf fast ein Drittheil des Leimgehalts), so entstand, bei im Uebrigen unverändertem Versuch, eine schwach trübe Membran, durch die jedoch bald, offenbar in Folge des energischen endosmotischen Stroms (71. 72.) schwefelsaures Ammoniak in die äussere Lösung drang unter Bildung trüber Streifen von schwefelsaurem Baryt. Nach einiger Zeit hörte mit der Abnahme der intensiven Endosmose auch der Durchgang des schwefelsauren Ammoniaks auf, die Membran aber hatte eine so spröde Beschaffenheit angenommen, dass die weitere Endosmose kein Wachsthum, sondern zahlreiche, sich verästelnde Eruptionen zur Folge hatte.

(205.) Wurde die vorige Leimlösung verdünnter genommen, so dass das Verhältniss des Wassers, βLeims und schwefelsauren Ammoniaks wie 100 : 10,7 : 3,2 wurde, so drang zwar kein schwefelsaures Ammoniak durch die Membran, diese war aber

doch wieder so spröde, dass die weitere Endosmose kein Wachsthum, sondern nur Eruptionen zur Folge hatte.

(206.) Man sieht, dass die Membran von gerbsaurem βLeim ihre physikalische Beschaffenheit um so mehr ändert und in dem Masse fester und spröder wird, je mehr ihr Gehalt an eingelagerten Molecülen von schwefelsaurem Baryt zunimmt.

(207.) Versuch. Setzte man einige Tropfen einer Lösung von 6 Proc. βLeim und 2 Proc. schwefelsaurem Ammoniak in einem Quetschhahnröhrchen in eine Lösung von 3 Proc. Gerbsäure und 1,2proc. salpetersauren Baryt, so bildete sich eine trübe Membran, welche sich weder verdickte, noch schwefelsaures Ammoniak oder salpetersauren Baryt durchliess.

(208.) Versuch. Verringerte man bei, im Uebrigen unveränderten Bedingungen den Gehalt der äusseren Lösung an salpetersaurem Baryt auf 0,9 Proc., so trat derselbe Erfolg ein, wie im vorigen Versuch. Bei Herabsetzung aber auf 0,6 oder gar 0,3 Proc. wurde die Membran nicht genügend verstopft und es drang fortdauernd schwefelsaures Ammoniak durch, sofort Nebel von schwefelsaurem Baryt bildend.

(209.) Der Procentgehalt der chemischen Verbindung, die den Niederschlag veranlasst, darf nicht unter ein gewisses Mass herabsinken, wenn der Niederschlag nur in der Membran erfolgen soll.

Auf dieser Erfahrung beruht der Kunstgriff, dessen wir uns bedient haben, um die Durchgangsfähigkeit eines Körpers durch eine Membran sofort augenscheinlich zu machen (174. 184.). Hatte man z. B. in Versuch 184. einen Tropfen Silbersolution in die äussere Lösung vorsichtig hinabgleiten lassen, so bildeten sich über demselben Schichten von verschiedenem, nach oben hin abnehmendem Gehalt an Silberlösung und das Chlorkalium verdichtete sich nach seinem Durchgang durch die Membran zu Nebeln von Chlorsilber, die um so undurchsichtiger wurden, je weiter es nach unten drang. Hätte man die Silberlösung nicht vorsichtig in die äussere Lösung hinabgleiten lassen, sondern mit ihr durchgeschüttelt, so lief man Gefahr, die Membran zu verstopfen und die Reaction wäre ausge blieben.

(210.) Versuch. Brachte man einige Tropfen einer Lösung von demselben Gehalt an βLeim und schwefelsaurem Ammoniak wie in 207. im Quetschhahnröhrchen zuerst auf einen Moment in eine Lösung von 3 Proc. Gerbsäure und 1,2 Proc. salpetersaurem Baryt, dann aber sofort in reine 3proc. Gerbsäurelösung, so war die Membran schon durch dieses momentane Eintauchen in die barythaltige Lösung so verdichtet, dass die Endosmose anfänglich äusserst langsam vor sich ging und erst nach 1/2 Stunde eine Volumzunahme der inneren Lösung bemerkbar wurde.[1])

(211.) Nach einer Stunde gab die äussere Lösung mit Barytsalz geprüft, reichlichen Schwefelsäuregehalt zu erkennen. Die Membran verlor demnach ihre Impermeabilität gegen schwefelsaures Ammoniak, wenn die Berührung mit Barytsalz nicht fortdauerte, und man sieht auch hier wieder, dass die endosmotischen Eigenschaften der Membran immer abhängig sind von der Gegenwart der Membranbildner (78. 120.).

(212.) Versuch. Einige Tropfen einer Lösung von 10 Proc. βLeim und 1,5 Proc. schwefelsaurem Natron wurde in einem Quetschhahnröhrchen in eine Lösung eingesetzt von 2,2 Proc. Gerbsäure und 1,1 Proc. Chlorbarium. Es entstand eine trübe, sich nicht weiter verdickende Membran, während die Lösungen zu beiden Seiten klar blieben.

Eine mit schwefelsaurem Baryt infiltrirte Membran von gerbsaurem βLeim ist demnach impermeabel für schwefelsaures Natron und Chlorbarium.

(213.) Fügte man der Lösung von βLeim freie Schwefelsäure, der Gerbsäure Chlorbarium hinzu, so erhielt man eine trübe Membran, die aber der freien Schwefelsäure den Durchgang nicht verwehrte. Man sah fortwährend Nebel von schwefelsaurem Baryt in der äusseren Lösung herabsinken, mochte man den Zusatz von Schwefelsäure zur inneren und des

1) Ein gleichzeitiger Gegenversuch, in welchem die Lösung von βLeim und schwefelsaurem Ammoniak nicht erst in barythaltige, sondern sofort in reine Gerbsäure getaucht wurde, ergab, dass das endosmotische Wachsthum der inneren Lösung sehr rasch und energisch eintrat.

Chlorbariums zur äusseren Lösung und die Concentration bei der Lösungen in der mannigfachsten Art abändern.

Eine mit schwefelsaurem Baryt infiltrirte Membran von gerbsaurem βLeim ist demnach permeabel für freie Schwefelsäure.

(214.) Versuch. Man wollte ermitteln, ob eine mit schwefelsaurem Baryt infiltrirte Membran ihre Permeabilität nicht blos gegen schwefelsaures Ammoniak, sondern auch gegen Chlorammonium eingebüsst habe.

Ein Quetschhahnröhrchen zur Hälfte gefüllt mit ca. 0,5 Cc. einer Lösung von 16 Proc. βLeim, 1 Proc. schwefelsaurem Ammoniak und 3,3 Proc. Chlorammonium, wurde im Quetschhahnröhrchen in ca. 5 Cc. einer Lösung von 2,8 Proc. Gerbsäure und 1,2 Proc. salpetersaurem Baryt eingesetzt. Das Röhrchen schloss sich durch eine schwach trübe Membran.

Nach 13 Stunden hatte sich durch endosmotische Ausdehnung der inneren Lösung eine grosse, an der Mündung des Röhrchens hängende Zelle gebildet, während die früher trübe Membran im Verlaufe des Wachsthums fast krystallklar wurde.

(215.) Die Lösungen zu beiden Seiten der Membran waren klar geblieben, — ein Beweis, dass weder schwefelsaures Ammoniak zum Chlorbarium, noch umgekehrt dieses zu jenem durch die Membran gedrungen war. Die äussere Lösung gab mit Silbersolution einen bedeutenden Chlorgehalt zu erkennen, die innere Lösung reagirte mit Barytlösung selbstverständlich reichlich auf schwefelsaures Ammoniak, mit Silbersolution aber nur noch spurweis auf Chlorammonium.

(216.) Es war demnach durch die mit schwefelsaurem Baryt infiltrirte Membran keine Spur von schwefelsaurem Ammoniak, dagegen fast der gesammte (das schwefelsaure Ammoniak um mehr als das Dreifache übertreffende) Chlorammonium-Gehalt in die äussere Lösung übergegangen.

(217.) Die infiltrirte Membran hatte auf rein mechanischem Wege eine fast vollständige Trennung beider Salze bewirkt.

Es ist wahrscheinlich, dass in allen Fällen, wo zwei Körper

gemeinschaftlich in Lösung sind, von denen der eine diffusibel ist, der andere nicht, das endosmotische Gleichgewicht erst dann eintritt, wenn der diffusible Körper sich vollständig auf die andere Seite der Membran begeben hat, vorausgesetzt, dass auf dieser anderen Seite der Membran eine genügende Menge Flüssigkeit vorhanden ist. Es ist dieser Gegenstand wohl einer weiteren Untersuchung werth.

(218.) Versuch. Durch Versuch 184. wurde erwiesen, dass Ferrocyankupfer permeabel ist für Chlorkalium. Wurde dieser Versuch in der Art abgeändert, dass 2 Tropfen einer 20proc. salpetersauren Silberoxydlösung zu der etwa 3 Cc. betragenden äusseren Lösung (von essigsaurem Kupferoxyd) vor Beginn des Versuchs zugefügt und damit durchgeschüttelt wurden, so verdichtete sich Chlorsilber in der Membran von Ferrocyankupfer, während die Lösungen zu beiden Seiten der Membran klar blieben.

Eine mit Chlorsilber infiltrirte Membran von Ferrocyankupfer ist demnach auch für Chlorkalium nicht mehr permeabel.

(219.) Die Permeabilität der Membranen wird, wie wir gesehen haben, durch Infiltration mit Niederschlägen wesentlich verändert.

Eine Membran von gerbsaurem βLeim, infiltrirt mit schwefelsaurem Baryt, büsst ihre Permeabilität für schwefelsaures Ammoniak und salpetersauren Baryt ein, dagegen nicht für Chlorammonium und Wasser.

Eine Membran von Ferrocyankupfer verliert durch Infiltration mit Chlorsilber sogar ihre Permeabilität für ein so diffusibles Salz, wie Chlorkalium.

(220.) Man weiss, dass die Membranen vieler Pflanzen- und Thierzellen einen grossen Reichthum an Aschenbestandtheilen besitzen, die nach der Verbrennung der organischen Substanz sogar oft noch die Form der Zellen beibehalten. Es ist wahrscheinlich, dass die Infiltration mit anorganischen, vielleicht aber auch mit organischen Niederschlägen einen wesentlichen Einfluss ausübt auf das endosmotische Verhalten der Zellen-

membranen und damit auch auf die, je nach den Geweben so verschiedene chemische Beschaffenheit des Zelleninhalts.

---

13. Zur Theorie der Endosmose.

(221.) Die in den vorangehenden beiden Abschnitten mitgetheilten Thatsachen gestatten wohl kaum noch einen Zweifel darüber, dass die endosmotischen Eigenschaften der Niederschlagmembranen bedingt sind durch die Grösse der Interstitien.

Die Niederschlagmembranen sind impermeabel nicht nur für ihre Membranbildner, sondern überhaupt für alle Körper, deren Molecül grösser ist, als die Interstitien der Membran, mithin auch für alle diejenigen Körper, deren Molecül grösser ist, als das kleinere membranogene Molecül.

Alle gefundenen Thatsachen stehen in so vollkommener Uebereinstimmung mit dieser Deutung und finden sich durch dieselbe in so ungezwungener Weise erklärt, dass ein Bedürfniss, eine andere Theorie zu suchen, wohl kaum vorhanden sein dürfte.

(222.) Je kleiner die Interstitien einer Niederschlagmembran, um so geringer muss die Anzahl der Körper sein, denen sie den Durchgang gestattet, und Nichts spricht gegen die Wahrscheinlichkeit, dass es Niederschlagmembranen giebt, die für alle Salze, ja sogar für Wasser, endlich auch für alle in Wasser gelösten Gase impermeabel sind.

(223.) Einen bestimmten Grad von Permeabilität aber behalten die Niederschlagmembranen nur so lange bei, als sie von ihren Membranbildnern umgeben sind. In diesem Falle werden ihre Interstitien selbst bei einem, die Membran spannenden und ausdehnenden einseitigen Druck niemals grösser werden können, als die membranogenen Molecüle, da jede grössere Lücke sofort durch Neubildung verstopft wird. Fehlt dagegen nur eine der membranogenen Lösungen, so ist jede Intussusception unmöglich. Die Interstitien werden bei einseitigem Druck auf die Membran grösser und ge-

statten dann auch solchen Körpern den Durchgang, für welche die Membran sonst nicht permeabel (88. 211.).

(224.) Diese Thatsache macht es wahrscheinlich, dass die vollständig entwickelten organischen Zellen andere endosmotische Eigenschaften und einen höheren Grad von Permeabilität besitzen als die jungen, noch im Wachsthum begriffenen (also noch von ihren Membranbildnern umgebenen). Ihre Permeabilität wird um so grösser sein, je grösser die endosmotische Spannung, der sie ausgesetzt sind, und vielleicht liegt auch hierin ein wichtiger Regulator ihres endosmotischen Verhaltens.

(225.) Die von anderen Forschern zu endosmotischen Versuchen benutzten thierischen und pflanzlichen (porösen) Membranen waren permeabel für fast alle löslichen Stoffe und in den mit diesen Membranen angestellten Versuchen traten meist zwei endosmotische, einander entgegengesetzte Strömungen auf. Es ging, wenn auf der einen Seite der Membran ein in Wasser gelöster Körper, auf der anderen Seite reines Wasser war, sowohl ein Strom von Wasser zu der Lösung, als auch Molecüle des gelösten Körpers zum Wasser. Hierdurch hatte man sich daran gewöhnt, beide Strömungen abhängig von einander zu denken und geglaubt, dass eine bestimmte Menge des auf die andere Seite übertretenden gelösten Körpers durch eine bestimmte Menge gegenströmenden Wassers ersetzt werden müsse. Diese Annahme führte zur Aufstellung des Begriffs „endosmotisches Aequivalent".

(226.) Unsere Versuche zeigen, dass ein endosmotisches Aequivalent nicht existirt. Die Endosmose ist unabhängig von jedem Austausch; sie beruht ausschliesslich auf der Anziehung des sich lösenden Körpers zum Lösungsmittel, die, bei gleichbleibender Temperatur (wahrscheinlich) unveränderlich und dem Körper immanent, von uns als endosmotische Kraft bezeichnet wird.

(227.) Jede Anziehung muss unter Umständen eine Bewegung hervorrufen können. Sind beide sich anziehende Körper beweglich, so werden beide ihren Platz verändern und sich gegen einander hin bewegen. Ist der eine Körper an der Bewegung verhindert, so zieht er den andern an sich heran. Der

erstere Fall liegt vor bei gewöhnlichen porösen Membranen, der letztere, wenn der lösliche Körper von einer für ihn impermeablen Niederschlagmembran umgeben ist. Der endosmotische Strom ist dann ein einseitiger, indem sich in Folge der Anziehung nur das Wasser durch die Membran hindurch bewegt.

(228.) Da es Membranen giebt, die selbst für die sonst diffusibelsten Körper impermeabel sind, so ist uns damit ein Mittel an die Hand gegeben, die Grösse der Anziehung vielleicht aller löslichen Stoffe zum Wasser zu messen. Man könnte vielleicht glauben, dass man diesen Zweck schon durch die Bestimmung der Löslichkeit eines Körpers erreicht. Diese stellt aber nur das Maximum des starren Körpers fest, das durch die anziehenden Kräfte einer bestimmten Menge Wassers seine Cohäsion einbüsst. Sie sagt Nichts aus über das Maximum von Wasser, das ein fester Körper anzuziehen vermag, denn eine mit einem festen Körper gesättigte Lösung vermag noch bedeutende Wassermengen anzuziehen. Um dieses Maximum kennen zu lernen, giebt es kein anderes Verfahren, als die Endosmose durch eine, für den betreffenden Körper impermeable Membran.

(229.) Manche Körper zeichnen sich durch eine, selbst bei nichtmessenden Versuchen, auffallende endosmotische Kraft aus, z. B. Traubenzucker, Kupferchlorid, Eisenchlorid (110. 145. 146.). Sie veranlassen, wenn sie den Inhalt der Zellen bilden, ein höchst beträchtliches und rasches Wachsthum. Eine Zelle aus βLeim, der Traubenzucker zugesetzt war, wurde durch Endosmose zuletzt specifisch leichter, als die umgebende Gerbsäure (110.).

(230.) Geringere Anziehung zum Wasser zeigen essigsaures Kupferoxyd, Ferrocyankalium, Gerbsäure und βLeim. Durch 6,6proc. Bleizuckerlösung wurde z. B. einer 30proc. Gerbsäure noch eine bedeutende Menge Wasser entzogen (132.) und während eine Zelle von Kupferchlorid in Ferrocyankalium zu einer auffallenden Grösse anschwoll, zeigte eine solche von essigsaurem Kupferoxyd in der nämlichen Lösung ein nur geringes Wachsthum (145. 144.).

(231.) Auffallend gering ist die endosmotische Kraft gela-

tinirender Körper, wie aus dem Verhalten des gewöhnlichen Leims hervorgeht, bei welchem sie unter den Umständen auffallend wächst, unter denen seine Fähigkeit, zu gelatiniren, abnimmt [durch Zuführung von Wärme (13.), durch Säuren (8—11.), durch Umwandlung in die nicht gerinnbare Modification, in β Leim].

(232.) Wirkt die endosmotische Kraft eines Körpers durch eine für ihn permeable Membran hindurch, so muss (s. 227.) eine doppelte Strömung eintreten, wie die Versuche mit gewöhnlichen, porösen, für alle krystallisirbaren Stoffe permeablen Membranen, mit Schweinsblase, Collodium u. s. w. beweisen. Alle diese zahlreichen Versuche haben aber deshalb nicht zu bestimmten Gesetzen führen können, weil die angewandten Membranen nicht homogen sind und verschieden grosse Poren und Interstitien besitzen, darunter gewiss auch solche, die kleiner sind, als die Molecüle der gelösten Körper. An den Stellen, wo diese kleineren Interstitien vorhanden, wird nur Wasser hindurchgehen, während alle übrigen Stellen die doppelte endosmotische Strömung in grösserem oder geringerem Masse gestatten, so dass die Gesammtwirkung zuletzt eine ganz zufällige, mit jedem neuen Membranstück wechselnde sein muss.

(233.) Wissenschaftliche Klarheit kann in dieses Gebiet nur dann eindringen, wenn auch solche Versuche mit Niederschlagmembranen angestellt werden, die die Gewähr einer homogenen Beschaffenheit bieten. Es dürfte sich dann herausstellen, dass (ebenso, wie bei der Diffusion der Gase) bei der Endosmose mit doppelter Strömung das Atomgewicht eine wesentliche Rolle spielt, dass, je kleiner das Atomgewicht eines Körpers und je grösser seine Anziehung zum Wasser (seine endosmotische Kraft), um so grösser die Geschwindigkeit ist, mit der er durch die für ihn permeable Membran hindurchgeht.[1])

---

[1]) Bei der Diffusion zweier chemisch verschiedener, durch eine permeable Membran getrennter, Flüssigkeiten kommen auch Adhäsionsverhältnisse, d. h. die verschiedene Anziehung der Membran

14. Ueber die Grösse (das Volum) der Atome.

(234.) Was man in der Chemie unter Atomvolum versteht (den Quotienten aus dem specifischen Gewicht in das Atomgewicht eines Körpers), bezeichnet durchaus nicht das Volum des einzelnen Atoms oder Molecüls, sondern die Grösse des Raums, innerhalb dessen es seine Wärmeschwingungen vollführt.[1]) Dieser Raum aber ist offenbar von verschiedener Grösse je nach der Temperatur und dem Aggregatzustand des Körpers. Denn ein Körper von bestimmtem Gewicht nimmt im flüssigen oder gasigen Zustand einen viel grösseren Raum ein, als im festen, obgleich die Anzahl seiner Atome und deren Grösse dieselbe bleibt. Die Atome rücken eben aus einander, je höher die Temperatur ist. Das grösste Atomvolum müsste hiernach den Gasen zugeschrieben werden z. B. auch dem Wasserstoff, der unstreitig das kleinste Atomvolum besitzt und bei sehr hoher Temperatur sogar eine Wand von Platin durchdringt.

(235.) Das, was man bisher Atomvolum genannt hat, sagt demnach Nichts aus über die wirkliche Grösse des Atoms, sondern giebt eher Aufschluss über die wechselseitige Anziehung (Cohäsion) der Molecüle, über die Grösse des Widerstandes, den sie der ausdehnenden Kraft der Wärme entgegensetzen. Je grösser das Atomvolum, desto geringer wird im Allgemeinen die Cohäsion sein.

(236.) Dagegen besitzen wir in den Niederschlagmembranen ein Mittel, die Grösse der einzelnen, disgregirten, in Lösungen schwimmenden Atome (Molecüle), natürlich nur relativ, zu bestimmen, denn es sind offenbar diejenigen Molecüle, die durch eine Niederschlagmembran diffundiren, kleiner, als diejenigen, die das nicht vermögen (200.).

---

zu den verschiedenen Flüssigkeiten selbst in's Spiel, wie das Verhalten einer Kautschukhaut beweist, die im Gegensatz zu den thierischen Häuten, Alkohol leichter durchlässt, als Wasser.

1) Nach der mechanischen Wärmetheorie sind die Atome aller Körper beständig in einer schwingenden, geradlinigen Bewegung begriffen.

(237.) Wir bezeichnen, um Verwechslungen mit dem sogenannten Atomvolum vorzubeugen, das Volum des einzelnen Atoms (Molecüls) mit dem Ausdruck „Atomgrösse".

(238.) Ich habe bisher noch keine Versuchsreihe ausschliesslich zu dem Zweck unternommen, die relative Atomgrösse verschiedener Körper festzustellen, da mir zur Zeit, als ich meine Versuche anstellte, die Theorie der Permeabilität der Membranen noch nicht in allen Consequenzen zur Klarheit gediehen war und ich damals nur den Nachweis beabsichtigte, dass es Membranen gebe, die nicht nur für Colloïde, sondern auch für die verschiedensten Krystalloïde impermeabel sind. Indess haben meine Versuche wenigstens so viel wahrscheinlich gemacht, dass die Atomgrösse in einem auffallenden, proportionalen Verhältniss zum Atomgewicht stehe.

(239.) Das Wasser (Atomgewicht 9), das, nächst dem Ammoniak (Atg. 8,5), das kleinste Atomgewicht unter allen zusammengesetzten Körpern besitzt, diffundirte durch alle bisher untersuchten Niederschlagmembranen, da alle Zellen endosmotisches Wachsthum zeigten, ihre Membran mochte aus gerbsaurem Leim, Ferrocyankupfer, gerbsaurem Bleioxyd, Berlinerblau bestehen. Sogar eine mit schwefelsaurem Baryt infiltrirte Membran von gerbsaurem βLeim, war permeabel für Wasser.

(240.) Chlorammonium (Atg. 53,4) durchdringt rasch eine mit schwefelsaurem Baryt infiltrirte Membran, die impermeabel ist für schwefelsaures Ammoniak (Atg. 66) (s. 216.).

(241.) Chlorkalium (Atg. 74,6) geht durch eine Membran von Ferrocyankupfer, während schwefelsaures Kali (Atg. 87,2) und die Chlorverbindungen des Barium, Calcium und Kupfers (von resp. 112, 109,4, und 85,4 Atg.)[1]), ferner essigsaures Kupferoxyd (Atg. 100) und Ferrocyankalium (Atg. 211,4) dies nicht vermögen.

Gerbsaurer Leim, noch durchdringlich für salpetersauren Baryt (Atg. 130,6) und alle untersuchten Verbindungen von ge-

1) Es sind dies die Atomgewichte der krystallisirten Verbindungen, da das Krystallwasser offenbar auch in den Lösungen dieser Salze als gebunden zu betrachten ist.

ringerem Atomgewicht, nämlich Chlorammonium, schwefelsaures Ammoniak, Wasser, ist nicht mehr permeabel für Blutlaugensalz (Atg. 211,4), Gerbsäure (Atg. 618) und β Leim (von unbekanntem, aber unzweifelhaft sehr hohem Atomgewicht).

(242.) Die Thatsache, dass Chlorkalium (Atg. 74,6) durch eine Membran von Ferrocyankupfer durchdringt, nicht aber das leichtere Atom des schwefelsauren Ammoniaks (Atg. 66), scheint der Proportionalität zwischen Atomgewicht und Atomgrösse zu widersprechen, deutet aber wohl nur darauf hin, dass *ausser dem Gewicht auch noch die Zusammengesetztheit des Atoms bestimmend ist für seine Grösse.* Ein Molecül von schwefelsaurem Ammoniak ($NH_3 SO_3 HO$) besteht nämlich aus 15, das Chlorkalium ($Ka_2 Cl_2$) nur aus 4 Atomen und da unsere Untersuchungen über die Permeabilität der Membranen beweisen, dass die Atome vermöge ihrer Gestalt selbst bei ungehinderter Zusammenlagerung dennoch mehr oder weniger grosse Zwischenräume unausgefüllt lassen, so kann kaum ein Zweifel darüber obwalten, dass auch die Atome zusammengesetzter Molecüle sich nicht zu einem *compacten* Molecül zusammenballen, sondern zur Bildung mehr oder weniger grosser Interstitien Veranlassung geben. Ist dies der Fall, so müssen Molecüle *unter sonst gleichen Umständen einen um so grösseren Raum einnehmen, je zusammengesetzter sie sind,* und es kann ein vielatomiges Molecül auch bei leichterem Gewicht eine beträchtlichere Grösse besitzen, als ein einfacher zusammengesetztes.

(243.) Es bleibt weiterer Forschung vorbehalten, die vermuthete *genaue Proportionalität zwischen Atomgewicht und Atomgrösse*[1]) festzustellen. Würde sie bestätigt, so ergäbe sich daraus der für die Physik bedeutsame Schluss, dass *die Atome der Elemente gleiches specifisches Gewicht besitzen.* Das Atom des Eisens, des Sauerstoffs, des Quecksilbers z. B. wäre dann nicht nur 28 oder

---

1) Bei *gleicher* Anzahl der das Molecül zusammensetzenden Atome.

resp. 16 oder 100mal so schwer, sondern auch 28 oder resp. 16 und 100mal so gross, als das Atom des Wasserstoffs.

(244.) Es würde dann Nichts der Ansicht entgegenstehen, dass es überhaupt (worauf auch schon die Newton'schen Gesetze mit fast zwingender Nothwendigkeit hinweisen) nur einen einzigen Grundstoff giebt und alle, scheinbar so grosse Verschiedenheit der Elemente nur darauf beruht, dass eben die Atome der verschiedenen Elemente verschiedene Form und Grösse besitzen. Von diesen Grundeigenschaften hätte dann die Physik alle Verschiedenheiten abzuleiten, die die Elemente in Bezug auf ihre Farbe, ihr specifisches Gewicht, ihre Cohäsion, ihre chemische Anziehung untereinander u. s. w. darbieten. Schon jetzt ist kein zwingender Grund vorhanden, auch noch eine stoffliche Verschiedenheit der Elemente anzunehmen, da offenbar schon die Grösse und Form ihrer Atome allein ihre specifische Verschiedenheit insofern wird zu erklären im Stande sein, als eben mit der Grösse und Gestalt der Atome deren physikalische und chemische Eigenschaften in der mannigfachsten Art variiren müssen.

---

15. Der chemische Process der Membranbildung in den Organismen.

(245.) Schon zu Anfang dieses Jahrhunderts hat Th. v. Saussure durch eine Reihe ausgezeichneter Versuche dargethan, dass die Pflanzen ausser ihrer Fähigkeit, die Kohlensäure im Sonnenlicht unter Ausscheidung von Sauerstoff zu zersetzen, auch noch die Eigenschaft besitzen, Sauerstoff unter Kohlensäurebildung aufzunehmen, und dass dieser letztere Process eine sehr wesentliche Bedeutung für das Leben der Pflanze besitzt. Bewundernswerth in seinen Versuchen, war Saussure weniger glücklich in ihrer Auslegung, die dahin lautete: „dass der deutlichste Einfluss, den das Sauerstoffgas auf die Vegetation äussert, der ist, kohlensaures Gas zu bilden und den Pflanzen unter dieser Gestalt Elemente darzubieten, die sie sich aneignen können.“ [1])

---

1) Th. v. Saussure, „Chemische Untersuchungen über die Ve-

(246.) Dieser Auslegung stehen die Thatsachen entgegen, dass die Pflanzen auch im Dunkeln den Sauerstoff in Kohlensäure verwandeln, obgleich sie diese hier nicht verwerthen können und dass, während sie im Dunkeln nur bei Gegenwart von Sauerstoff wachsen, die Anwesenheit grösserer Kohlensäuremengen ihnen hier geradezu schädlich ist. Es ist demnach nicht die Kohlensäurebildung Zweck der Respiration, sondern zunächst die Aufnahme des Sauerstoffs selbst.

(247.) Dieser wichtige Gegenstand blieb Jahrzehnde hindurch brach liegen, wie denn überhaupt die experimentelle Richtung von der mikroskopischen aus der Pflanzenphysiologie fast gänzlich hinausgedrängt wurde. Es wurde allerdings viel und mit grossem Erfolge mit Pflanzen experimentirt, aber fast nur im Interesse der Agricultur, die zur Pflanzenphysiologie eigentlich nur in demselben Verhältniss steht, wie die Lehre von der Mästung der Hausthiere zur Thierphysiologie.

(248.) Bei meiner Beschäftigung mit der Frage über die Bedeutung des Sauerstoffs für die Pflanzen wurde mir klar, dass dieses Gas für das Leben derselben eine eben so grosse Bedeutung besitzt, wie für die Thiere; dass sie aber hier, selbst in den Saussure'schen Versuchen, deshalb nicht scharf genug in die Augen fällt, weil die Pflanzen im Sonnenlicht aus ihrer eigenen Substanz Sauerstoff entwickeln und mit seiner Hülfe, selbst bei Entziehung des atmosphärischen Sauerstoffs sehr häufig noch lange fortvegetiren können.

Es ist bei den Versuchen über die Pflanzenrespiration offenbar nöthig, das Sonnenlicht vollständig auszuschliessen. Da aber unter diesen Umständen die Pflanzen die Kohlensäure nicht zersetzen und sich nicht das für ihr Leben nöthige Nahrungsmaterial verschaffen können, so muss man zu den Versuchen im Dunkeln solche Pflanzen wählen, die in einem Nahrungsreservoir, in Knollen, Keimblättern u. s. w. einen genügenden Nahrungsvorrath bereits aufgehäuft enthalten.

(249.) Wird solchen Pflanzen unter Abschluss des Sonnenlichts

---

getation", aus dem Französischen übersetzt von F. S. Voigt. Leipzig 1865. S. 124.

der Sauerstoff entzogen, so tritt die Bedeutung dieses Gases für ihren Lebensprocess in aller Schärfe hervor. Sie ersticken dann, ebenso wie niedere (kaltblütige) Thiere schon in wenigen Stunden.

(250.) Ich stellte ferner fest, dass gerade nur diejenigen Pflanzentheile, die in der Entwicklung begriffen sind und in denen sich der flüssige Nahrungssaft organisirt,[1]) zum Wachsthum des Sauerstoffs bedürfen und **sofort** zu wachsen aufhören, wenn der Zutritt des Sauerstoffs gerade zu diesen Stellen unmöglich gemacht wird.

Diese Thatsachen führten mich zu dem Schluss, dass der chemische Process der Zellenbildung der Hauptsache nach ein Oxydationsvorgang ist, der (in Uebereinstimmung mit dahin gehörigen Analysen von Saussure und Boussingault) im Wesentlichen in der Oxydation eines löslichen Kohlehydrats zu Cellulose besteht.[2])

Dieser Schluss, der mich, wie bereits erwähnt (121.), zu der Entdeckung führte, dass Membranbildung auch zwischen nicht colloïden Stoffen stattfinde, hat, wie ich glaube, dadurch um so mehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen.

(251.) An einer anderen Stelle[3]) habe ich darauf hingewiesen, dass auch die Thiere schon zu der Zeit athmen und Sauerstoff bedürfen, wo sie weder Eigenwärme erzeugen, noch sich

---

1) Lässt man eine Kartoffelpflanze im Dunkeln wachsen, so bezieht der Keim, der sich nur an der Spitze verlängert, sein Nahrungsmaterial aus der Knolle. Der Nahrungssaft, der sich in der Knolle bildet, muss demnach durch die ganze, oft viele Fusse betragende Länge des Stengels in flüssiger Form wandern, ehe er in die Terminalknospe eintritt, wo er durch den Einfluss des Sauerstoffs in Zellenform coagulirt.

2) Das Nähere darüber s. in meiner bereits 1859 im Monatsbericht der Berliner Akademie mitgetheilten Abhandlung „über die Respiration der Pflanzen“. Diese Abhandlung ist von Hrn. Dr. Julius Sachs in seinem trefflichen Handbuch der Physiologie der Pflanzen weder erwähnt noch benutzt worden.

3) Virchow's Archiv für patholog. Anat. Bd. XXI. „Die Respiration in ihrer Beziehung zur Muskelthätigkeit und die Bedeutung der Respiration überhaupt“. S. 401.

bewegen; dass die Aufnahme des Sauerstoffs, die bei den Eiern aller Thiere stattfindet, nothwendig ist zur Zellenbildung und dass auch bei den Thieren die Zellenmembran durch Oxydation gebildet wird.

(252.) Ist es aber ein Körper von so kleinem Atomgewicht, wie der Sauerstoff (= 16), der die Thier- und Pflanzenmembranen erzeugt, so muss deren Dichte, bei der Kleinheit des einen membranogenen Molecüls (164b und c. 221.) eine enorme sein. Sie werden zwar noch dem Wasser (Atg. = 9), aber keinem darin gelösten Salze einen directen Durchgang gestatten.

(253.) Hierdurch ist es erklärlich, dass selbst die kleinsten Thiere und Pflanzen des Meeres unabhängig sind von dem Salzgehalt des umgebenden Mediums und ihre Gewebsflüssigkeiten ähnliche Zusammensetzung zeigen, wie die Süsswassergeschöpfe.

So viel auch noch zu erforschen bleibt in Bezug auf die Membranbildung in den Organismen, — die sich hier aufdrängenden Fragen sind, wie ich glaube, durch vorliegende Untersuchungen greifbar und der experimentellen Forschung zugänglicher geworden.

---

16. Schlussbemerkungen.

(254.) Es giebt eine Art der Kritik, die, blind gegen die Hülfsmittel, die neue Thatsachen der Forschung darbieten, ihre Aufgabe nur darin sieht, — Einwendungen zu machen. Sie wird nicht verfehlen, gegen die hier gefundenen Thatsachen den Einwurf zu erheben, dass sie noch nicht alle Erscheinungen des Wachsthums erklären, und wird ihnen schliesslich schon deshalb alle Bedeutung absprechen, weil es noch nicht direct erwiesen, dass die Zellen- und Membranbildung in den Organismen auf demselben Process beruht, der den Gegenstand vorliegender Untersuchung ausmacht.

Bis zu einem gewissen Grade ist ein solches Bedenken gerechtfertigt. Die Naturwissenschaft würde nicht jene erhabene Sicherheit besitzen, die sie vor den meisten Disciplinen auszeichnet, wenn es im Gebiet ihrer Forschung nicht unerbitt-

licher Brauch wäre, jede, selbst die wahrscheinlichste, Folgerung noch durch directen Versuch zu beweisen. Damit ist aber nur zugestanden, dass die Arbeit eben noch nicht ganz gethan ist.

In jedem Falle ist durch vorliegende Untersuchung die Frage der Zellenbildung in den Organismen auf einen anderen Standpunkt, wie früher, gebracht. Bisher kannte man keinen physikalischen Vorgang, der auch nur eine entfernte Aehnlichkeit mit jener Lebenserscheinung aufwies. Aus diesem Stadium ist die Geschichte des Gegenstandes nunmehr herausgetreten. Man kennt jetzt

1) einen physikalischen Process der Membranbildung durch chemische Fällung

2) einer Bildung geschlossener, durch Druck von innen nach aussen gespannter, des Wachsthums in verschiedenen Formen fähiger Zellen.

Man kennt jetzt

3) einen physikalischen Process der Intussusception

4) einer Endosmose, die, je nach der physikalischen, durch Infiltration überdies in der mannigfachsten Art modificirbaren Beschaffenheit der Membran, die chemische Mischung der von ihr eingeschlossenen Flüssigkeiten qualitativ zu beeinflussen vermag.

Alle diese Processe stehen ähnlich, wie in der organischen Welt, in so naher Beziehung zu einander, dass man ihren Ablauf in einem und demselben einfachen Versuch gleichzeitig beobachten kann und es ist kaum anzunehmen, dass man noch einen zweiten physikalischen Vorgang finden wird, der in seiner Ganzheit eine solche Aehnlichkeit mit der organischen Zellenbildung aufzuweisen vermöchte. Jedenfalls wird der Physiologie für jetzt die naturgemässe Aufgabe erwachsen, auf dem nunmehr gewonnenen Boden weiter zu forschen und nachzuweisen, ob der nun gefundene physikalische Process im Einklang steht mit allen in dieses Gebiet einschlagenden physiologischen Beobachtungen.

Erst dann, wenn ein unlöslicher Widerspruch sich herausstellt, wird es an der Zeit sein, eine andere physikalische Er-

klärung aufzusuchen. Zunächst glaube ich, wird ein vorurtheilsloses Bemühen auf dem endlich aufgefundenen Wege den Erfolg haben, dass sich Physiologie und Physik durch neue, nunmehr erst genau präcisirbare Fragen und deren Lösungen wechselseitig befruchten.

Es wird manchen Physiologen vielleicht schwer werden, sich von den sprachlich schönen, aber ein wenig unbestimmten Ausdrücken, wie „peripherische Ausscheidungen und Verdichtungen des Primordialschlauchs oder Protoplasmas“ zu trennen; aber sie werden sich allezeit erinnern müssen, dass das Protoplasma nicht ausserhalb der physikalisch-chemischen Gesetze steht, dass die Membran, da sie aus einer Flüssigkeit sich bildet, nichts Anderes sein kann, als ein chemischer Niederschlag, und dass — hier liegt der Cardinalpunkt der ganzen Frage — wir bis jetzt keinen anderen Process kennen, durch den Niederschläge aus Lösungen Membranform annehmen, als den in dieser Abhandlung nachgewiesenen.

(255.) Die Thierphysiologie wird vorliegende Untersuchung vielleicht einfach ignoriren. Diese Disciplin hält die Frage nach der Bedeutung der Membran, die sie zu einem Excret degradirt hat, für eine untergeordnete. Nach ihrer heutigen Anschauung müsste ein richtiger thierischer Organismus Nichts, als ein formloser Schleimklumpen sein.

Die Streitfrage, die die heutige Physiologie mächtig bewegt, ob es auch Zellen ohne jede feste Umhüllung gebe, ist noch nicht geschlossen und ich werde mir nicht erlauben, über die Sache selbst abzuurtheilen. Aber es sei mir gestattet, zu bemerken, dass dieser Gegenstand nicht den geringsten Bezug hat zur Frage über die Bedeutung der Zellenmembran.

Gesetzt, es sei erwiesen, dass es Zellen auch ohne Andeutung einer Membran, dass es ganze Organismen gebe, die sich der Hauptsache nach als mikroskopische Schleimmassen darstellen, so würde man daraus nur schliessen können, dass auch formlose Massen Eigenschaften besitzen können, die wir als charakteristisch für das Leben halten: die Fähigkeit, fremde Körper in sich aufzunehmen, zu assimiliren, und sich zu neuen Individuen zu zertheilen. Solche Erwerbungen der Wissen-

schaft wären um so wichtiger, als sie der physikalischen Forschung das Räthsel des Lebens in seiner einfachsten Form vorführten.

Die Frage aber nach der Bedeutung der Zellenmembran wäre damit nicht erledigt, kann überhaupt nicht durch vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte, sondern nur durch directes Experiment entschieden werden. Man müsste ja sonst den wichtigsten Organen, dem Herzen, dem Gehirn, den Nerven eine wesentliche Bedeutung absprechen, weil sie vielen niederen Thieren immer und selbst den höheren Thieren in der frühesten Periode der Entwicklung fehlen.

Nach den hier mitgetheilten Versuchen kann die Zellenmembran wohl nicht ohne wesentlichen Einfluss auf den Ablauf der Lebensprocesse sein, und membranlose Zellen bedürfen vielleicht deshalb keiner solchen Hülle, weil sie bei einer gewissen Zusammensetzung im Stande sind, die Functionen der Membran mit zu übernehmen. Sie scheinen gallertartige Stoffe zu enthalten, die ihnen eine gewisse Cohärenz verleihen und die, nach den Versuchen Graham's, in Bezug auf Endosmose ähnlich wirken, wie colloïde Membranen. Eine genauere Forschung über die endosmotischen Eigenschaften gallertartiger Stoffe wird auch hierüber Licht verbreiten.

Ueberhaupt scheint die Lehre von den Molecularinterstitien, von der Permeabilität der Materie eine der fundamentalsten im gesammten Gebiete der Naturwissenschaften werden zu sollen. Die Physiologie dürfte ihr die Aufklärung eines wesentlichen Theils des Processes der Zellenbildung, die Chemie eine Methode verdanken, verschiedene, in Lösung neben einander befindliche Stoffe mechanisch von einander zu trennen, in der Physik endlich dürfte sie ein specielles Kapitel bilden, dem fortan die Erforschung der endosmotischen Gesetze und der Beschaffenheit der Materie selbst (236. 244.) zufällt.

Breslau, im November 1866.

Nachtrag.

Ich habe die Bedingungen zu ermitteln gesucht, unter welchen die aus βLeim und Traubenzucker in Gerbsäure sich bildenden Zellen das öfter beobachtete glänzende Irisiren immer zeigen und habe Folgendes gefunden.

1) Eine wesentliche Bedingung hierzu ist, dass die Gerbsäurelösung nicht rein ist, sondern noch andere Körper enthält. Hat sie sich nach längerer Zeit durch freiwillige Zersetzung zum Theil in Gallussäure umgewandelt, so bilden sich in ihr irisirende Zellen. Noch wirksamer in dieser Beziehung ist ein Zusatz von Kochsalz zu frischer Gerbsäurelösung.

Das lebhafteste Irisiren zeigten die Membranen, wenn erstarrte Tropfen einer concentrirten Mischung von 5 Th. βLeim und 5—9 Th. Traubenzucker am Glasstab in eine ganz klare Lösung gebracht wurden, die in 100 Cc. 2,6 Gr. Gerbsäure und 2,6 Gr. Kochsalz oder 3 Gr. Gerbsäure und 5 Gr. Kochsalz enthielt. Unter dem Einfluss verschiedener, nicht zu ermittelnder Ursachen (vielleicht einer besonderen, von dem Zustand der Atmosphäre abhängigen Beschaffenheit des Tageslichts oder einer bestimmten Temperatur oder der mehr oder weniger frischen Beschaffenheit der Lösung) zeigte sich das Irisiren mitunter besonders glänzend, vorzugsweise in Roth, Grün und Orange, während bei matterem Irisiren Violett und Orange die vorherrschenden Farben sind.

2) Wird der Zusatz von Traubenzucker zum βLeim bedeutend verstärkt, so bilden sich unter sonst gleichen Umständen nicht irisirende Zellen.

3) Auch blosser βLeim bildet in stark kochsalzhaltiger Gerbsäure unter langsamer Endosmose sofort, aber nicht so schön irisirende Zellen, als wenn er einen Zusatz von Traubenzucker enthält.

4) Die stark irisirenden Membranen, die sich in kochsalzhaltiger Gerbsäure bilden, besitzen trotz ihrer ungemeinen Feinheit eine viel grössere Festigkeit und Tragkraft, als die in reiner Gerbsäure erzeugten. Sie bilden gespannte, meist ellipsoïde Zellen, während die in blosser concentrirter Gerbsäure

erzeugten und ebenfalls, aber weit schwächer irisirenden, mithin dickeren Membranen schlaffe Zellen bilden.

5) Die eben mitgetheilten Thatsachen beweisen von Neuem den Einfluss der Intensität des endosmotischen Stroms auf die Dicke der sich bildenden Membran. Enthält die äussere Lösung ausser dem Membranbildner noch einen anderen Körper, so wird nothwendig eine Abschwächung des endosmotischen Stroms und Bildung einer dünneren Membran herbeigeführt. Eine Verstärkung des endosmotischen Stroms durch beträchtlich vergrösserten Zusatz von Traubenzucker hebt das Irisiren, wie wir gesehen haben, wieder auf.

Da aber das Irisiren bei Zusatz von Kochsalz zur Gerbsäure dennoch viel lebhafter ist, als dann, wenn die Abschwächung des endosmotischen Stroms einfach durch grössere Concentration des äusseren Membranbildners selbst erfolgt — in kochsalzhaltiger Gerbsäure ist, wie erwähnt, das Irisiren ungleich lebhafter, als in reiner concentrirter — so muss noch eine zweite Ursache bei dieser Erscheinung mitwirken, über welche ich mir folgende Hypothese erlaube: Ich habe an einer früheren Stelle als wahrscheinlich hingestellt, dass ein starker endosmotischer Strom deshalb zur Verdickung der Membran beiträgt, weil durch die lebhafte Strömung Molecüle des äusseren Membranbildners in die Zelle hinübergerissen werden, die an der Innenwand derselben zu Membrantheilchen coaguliren. Enthält aber die äussere Lösung noch einen indifferenten Körper, wie Kochsalz, so werden durch Zwischenschiebung seiner Molecüle die Interstitien der Membran so weit verengt, dass die Gerbsäure nicht mehr so leicht durch die Membran hindurchgetrieben werden kann. Durch eine derartige Abschwächung der Wirkung des endosmotischen Stroms dürfte es den Membranmolecülen ausserdem möglich sein, sich in mehr geordneter Weise nach ihren Anziehungsrichtungen zu lagern, und es wäre damit auch die verhältnissmässig so grosse Festigkeit und Cohärenz der stark irisirenden Membranen erklärt.

Es wurde dargethan (s. o. 17. 42. 96. ff.), dass die Membran im oberen Theil der Zelle dünner sei, als deren seitliche und un-

tere Wandung, und diese Thatsache in Uebereinstimmung mit anderen Beobachtungen dadurch erklärt, dass die durch Endosmose sich verdünnenden Flüssigkeitstheilchen des Zelleninhalts in Folge ihres geringeren specifischen Gewichts sich im oberen Zellraum ansammeln, dass also hier die Differenz in der Concentration der inneren und äusseren Lösung sehr bald auf ein Minimum herabsinkt. Je geringer aber diese Differenz, desto schwächer wird der endosmotische Strom und desto dünner wird die sich bildende Membran. Bei einem von Innen nach Aussen wirkenden Druck muss demnach der obere Theil der Zelle mehr gedehnt werden, als die übrigen Theile, das Wachsthum mithin vorzugsweise in der Zelle stattfinden.

Ich habe hieran die Vermuthung geknüpft, dass diese, in letzter Instanz auf den Einfluss der Schwerkraft zurückzuführende Erscheinung vielleicht zur Erklärung des Aufwärts-Wachsthums der Pflanzen benutzt werden könnte, das bekanntlich nachweisbar ebenfalls durch die Schwerkraft bedingt wird. Der nachstehende einfache Versuch dürfte diese Vermuthung wesentlich bekräftigen:

Bringt man ein Stückchen festes, lufttrockenes Kupferchlorid in eine 4—6 proc. Lösung von Ferrocyankalium (der Versuch gelingt auch in concentrirteren und verdünnteren Lösungen), so bekleidet es sich, am Boden des Gefässes liegend, sehr bald mit einer, sich nach allen Richtungen ziemlich gleichmässig abhebenden Membran von Ferrocyankupfer, innerhalb deren es sich zu einer grünen Flüssigkeit löst. Sehr bald beginnt die Zelle ausschliesslich am Gipfel zu wachsen, wodurch sie aus der anfänglich runden Form in eine langgestreckte übergeht, deren Längsaxe völlig senkrecht steht.

Das Wachsthum der Zelle geht bei der grossen endosmotischen Kraft des Kupferchlorids ungemein rasch vor sich, aber nicht continuirlich, sondern, wie bei sehr vielen metallhaltigen festen Membranen, ruckweise, da erst dann, wenn der endosmotische Druck eine gewisse Höhe erreicht hat, neue Membrantheile in Form feiner, hohler Spitzen hervorgestossen werden. Man ist durch das Erscheinen dieser Spitzen in den Stand gesetzt, unmittelbar wahrzunehmen, dass das Wachsthum, die

Neubildung von Membran hier nur im Gipfel der Zelle geschieht.[1])

Wird der Versuch in einem, mit Ferrocyankaliumlösung völlig gefüllten, verkorkten Fläschchen angestellt, das überdies in einen, nach allen Richtungen drehbaren Halter eingeklemmt ist, so wächst, wenn man die Lage des Fläschchens nach einiger Zeit ändert, die Spitze der Zelle sofort in veränderter Richtung, aber immer wieder senkrecht nach oben weiter, so dass man durch mehrfache Aenderung der Lage des Fläschchens die Zelle in Form eines, in beliebigen Krümmungen gewundenen Schlauches erhält.[2])

Man könnte glauben, die Spitze der Zelle biege sich deshalb nach oben, weil ihr Inhalt vielleicht specifisch leichter ist, als die umgebende Flüssigkeit. Aber abgesehen davon, dass die Membran so fest und widerstandsfähig ist, dass eine solche directe Einwirkung des specifischen Gewichts ohne Einfluss auf sie bleiben müsste, kann man sich durch den Versuch vom Gegentheil überzeugen. Stellt man nämlich den Versuch auch mit sehr verdünnter (2proc.) Ferrocyankaliumlösung an, so gelingt er in derselben Weise, und schneidet man mittelst eines Glasstabs den oberen Theil der Zelle (in der Flüssigkeit) ab, so sieht man ihn selbst in concentrirteren äusseren Lösungen, als specifisch schwereren Körper, zu Boden sinken. Erst nach längerem Wachsthum wird der Zelleninhalt specifisch leichter, als

---

1) Nach vollendetem Wachsthum erhält sich die Zelle mehrere Stunden ziemlich unverändert, schrumpft aber zuletzt zu einer mürben, rothbraunen Masse zusammen, wahrscheinlich dadurch, dass der Zelleninhalt (das Kupferchlorid) durch chemische Einwirkung auf die Membran von Ferrocyankupfer zersetzt wird.

2) Wird die, bis dahin senkrecht aufwärts gewachsene Zelle durch veränderte Lage des Fläschchens gezwungen, sich bei ihrem Wachsthum unter erheblichem Winkel zu krümmen, so macht sie gleich darauf auffallende, fast rhythmische Bewegungen. Diese, im Anfang überraschende Erscheinung erklärt sich durch die erwähnte ruckweise Ausdehnung der Membran, die jedesmal von einem Rückstoss gegen die der Spitze der Zelle entgegengesetzte Seitenwand derselben begleitet ist.

die umgebende Flüssigkeit und die Zelle steigt dann öfter mit Beibehaltung ihrer Krümmungen in die Höhe.

Während das Wachsthum der Zellen vorzugsweise in ihrem Gipfel vor sich geht, findet die Endosmose, wie ich ebenfalls schon mehrfach erwähnt, fast ausschliesslich durch die seitlichen und unteren Wandungen der Zelle Statt, wo die concentrirteren Flüssigkeitsschichten liegen. Giesst man in einem Röhrchen auf eine sehr concentrirte (grüne) Kupferchloridlösung eine Schicht Ferrocyankaliumlösung, so bildet sich an der Berührungsgrenze eine zarte Membran, unterhalb welcher sich die oberste Schicht der grünen Kupferlösung unter geringer Zunahme des Volums bald so weit verdünnt, dass sie blau wird. Dann aber geht die Endosmose so langsam vor sich, dass sie trotz der grossen endosmotischen Kraft des Kupferchlorids fast zu sistiren scheint, weil die oberste Schicht der Kupferlösung sich sehr bald mit Wasser sättigt und als verdünnte Schicht oben bleibt.

Vorstehende Thatsachen dürften geeignet sein, den Einfluss der Schwerkraft auf das Wachsthum selbst einzelliger Pflanzen nach aufwärts zu erklären, um so mehr, als sie in Uebereinstimmung stehen mit noch nicht veröffentlichten Versuchen, die ich vor einigen Jahren an Pflanzen selbst gemacht habe. Ich habe gefunden, dass die Aufwärtsrichtung gekrümmter Terminalknospen an der Stelle stattfindet, wo die bis dahin ziemlich gleichaxigen Zellen sich zu verlängern beginnen und dass die Aufwärtskrümmung horizontal gelegter Pflanzenstengel nur an den Stellen vor sich geht, wo die, noch im Längswachsthum begriffenen Zellen liegen, dass mithin die Aufwärtsrichtung mit dem Längswachsthum der Zellen zusammenfällt. Beide Phänomene scheinen auch in der Pflanzenwelt (ganz ebenso, wie bei künstlichen Zellen) auf derselben Ursache, d. h. in letzter Instanz auf der Wirkung der Schwerkraft zu beruhen.

Breslau, im December 1866.

Ueber das Verhalten der aromatischen Säuren im Organismus.

Von

O. Schultzen und C. Gräbe.

An die interessante Entdeckung von Wöhler, Ure und Keller, dass in den Magen eingeführte Benzoësäure den Organismus als Hippursäure verlässt, knüpfte sich eine Reihe von Untersuchungen, welche zum Zweck hatten, zu ermitteln, ob auch andere Körper der aromatischen Reihe diese Substitution im Thierleibe eingehen.

Ein positives Resultat ergaben: Nitrobenzoësäure und Salicylsäure (Bertagnini), Zimmetsäure (Erdmann und Marchand), βToluylsäure (Kraut), Bittermandelöl (Frerichs und Wöhler), Chinasäure (Lautemann); mit negativem Erfolge wurden eingenommen: Anissäure (Bertagnini), Cuminsäure (Hoffmann und Kraut), Chlorbenzoësäure (Beilstein und Schlun).

Für die Erklärung des abweichenden Verhaltens dieser letzteren Säuren war weder in der Constitution derselben, noch im Verhalten des Organismus, der geringste Anhaltspunkt zu finden. Wir nahmen daher diese Untersuchungen von Neuem auf, um diese für die Kenntniss der chemischen Vorgänge im Organismus so wichtige Frage zu entscheiden und womöglich das allgemeine Gesetz für das Verhalten der aromatischen Körper im Thierleibe zu finden. Zunächst untersuchten wir das Verhalten der Chlorbenzoësäure, welche von Beilstein und Schlun im Harn eines damit gefütterten Hundes unverändert wiedergefunden worden ist.

Wir nahmen wiederholt des Abends 2 Grm. Chlorbenzoësäure, welche durch Behandeln von Benzoësäure mit chlorsaurem Kali und Salzsäure erhalten war. Der Schmelzpunkt der Säure wurde nach mehrmaligem Umkrystallisiren des Kalksalzes bei 149° gefunden, so dass dieselbe als rein angesehen werden konnte. Der am anderen Morgen entleerte Harn wurde zum Syrup verdunstet, mit Weingeist angerührt und nach mehrstündigem Stehen filtrirt, das Filtrat im Wasserbade vom Alkohol befreit, mit Salzsäure versetzt und wiederholt mit Aether geschüttelt. Die vereinigten Aetherauszüge hinterliessen nach dem Abdestilliren des Aethers eine braune, ölartige Masse, welche sich in heissem Wasser grösstentheils löste, jedoch beim Erkalten wieder in Tropfen ausschied. Die Substanz wurde in Kalkmilch gelöst, filtrirt, vom überschüssigen Kalk durch Kohlensäure befreit und im Wasserbade concentrirt. Beim Erkalten schied sich das Kalksalz der Säure in schönen silberglänzenden Blättchen ab, welche nach mehrmaligem Umkrystallisiren analysirt wurden.

1) 0,9087 Gr. lufttrockene Substanz verloren bei 150° C. = 0,1260 Wasser.

2) 0,2490 Gr. bei 150° getrocknete Substanz gaben 0,1452 AgCl
   0,1107 „ „ „ 0,0689 AgCl

3) 0,2107 „ „ „ 0,0610 H_2O und 0,3565 CO_2

4) 0,4866 „ „ „ 0,0596 CaO.

Obige Zahlen führen zu der Formel $(C_9H_7ClNO_3)_2Ca + 4H_2O$.

		berechnet	gefunden	
2 C_9 =	216	46,45	46,14	
2 H_7 =	14	3,01	3,20	
2 Cl	71	15,2	14,55	15,39
Ca	40	8,60	8,74	
2 N	28	6,02		
O_3	96	20,64		
	465	99,92		
4 H_2O	72			
	357	13,47	13,85	

Auf Zusatz von Salzsäure scheidet sich die Chlorhippur-

säure aus dem gereinigten Kalksalz in ölartigen Tropfen aus, welche nach einiger Zeit krystallinisch werden und unter dem Mikroskop als zarte farblose Tafeln erscheinen.

Wir gingen dann zur Anissäure über, deren Umwandlung im Organismus von Bertagnini geleugnet worden ist. Als wir des Abends 2—3 Grm. Anissäure genommen hatten, gab der in der oben angegebenen Weise aus dem weingeistigen Harnauszug erhaltene Syrup auf Salzsäurezusatz eine reichliche Ausscheidung von Krystallen, welche auf einem Filter gesammelt wurden; aus dem salzsauren Filtrat nahm Aether noch eine ziemliche Menge davon auf. Durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Wasser wurden schwach röthlich gefärbte, spröde, blättrige Krystalle erhalten, welche in heissem Wasser ziemlich, in kaltem fast gar nicht löslich waren.

Eine kleine Probe davon wurde mit Kalium geglüht und der Rückstand mit Wasser ausgelaugt; die Lösung roch intensiv nach Blausäure und gab mit Eisenoxyduloxyd gekocht auf Zusatz von Salzsäure einen reichlichen Niederschlag von Berlinerblau. Die erhaltene Säure war also stickstoffhaltig.

Die Analyse ergab folgende Zahlen, welche zur Formel der Anisursäure, $C_{10}H_{11}NO_4$, führen.

1) 0,3080 Gr. Substanz gaben 0,6530 CO_2 und 0,1530 H_2O.
2) 0,3383 Gr. Substanz gaben mit Natronkalk verbrannt = 0,3265 Gr. Platinsalmiak.

		berechnet	gefunden
C_{10}	120	57,41	57,82
H_{11}	11	5,27	5,51
N	14	6,7	6,06
O_4	64	30,62	
	209	100,00	

Das Silbersalz wurde durch Fällen des anisursauren Ammoniaks mit salpetersaurem Silber und Umkrystallisiren des Niederschlages aus heissem Wasser in zarten kuglig gruppirten farblosen schiefwinklichen Täfelchen erhalten, welche kein Krystallwasser enthielten.

0,2884 Gr. Substanz gaben 0,0983 Gr. Silber

Berechnet 34,17. Gefunden 34,09.

Die Formel ist demnach $C_{10}H_{10}AgNO_4$.

Das Kalksalz, dargestellt durch Fällen der heissen Lösung des Silbersalzes mit Chlorcalcium und Concentriren des Filtrats vom Chlorsilber, krystallisirt in farblosen glasglänzenden Tafeln und ist auch in kaltem Wasser ziemlich löslich.

1) 0,2817 Gr. Substanz verloren bei 145° 0,0288 H_2O.

2) 0,2525 Gr. wasserfreies Salz gaben 0,0305 CaO. Die Formell $(C_{10}H_{10}NO_4)_2Ca+3H_2O$ verlangt

10,49 % Krystallwasser gefunden 10,23 und
8,77 % Calcium gefunden 8,63.

Ein Versuch mit der Amidobenzoësäure gab kein sicheres Resultat, indem es nicht gelang, die gebildete Amidohippursäure in zur Analyse hinlänglicher Menge aus dem Harn zu erhalten.

Erdmann und Marchand[1]) geben an, dass die Zimmetsäure als gewöhnliche Hippursäure im Harn wieder erscheint, dass demnach die Säure erst zu Benzoësäure oxydirt wird, welche dann die Substitution eingeht. Wir wiederholten diesen Versuch und fanden, als wir des Abends einige Grm. Zimmetsäure genommen hatten, im Morgenharn die entsprechende Menge gewöhnlicher Hippursäure. Bei der Analyse wurden 59,83 % C und 5,31 % H gefunden, was mit den berechneten Werthen 60,33 C und 5,02 H genügend übereinstimmt.

Auch die Mandelsäure gab, wie nach Analogie der Zimmetsäure zu vermuthen war, die gewöhnliche Hippursäure. Bei der Analyse gaben

0,1823 Gr. Substanz 0,1104 CO_2 und 0,0979 H_2O
gefunden 60,59 % C berechnet 60,33 % C.
5,37 % H 5,03 % H.

Jedoch wurde im Aetherextract noch eine andere in Wasser leicht lösliche, stickstoffhaltige Säure in blättrigen Krystallen erhalten, wahrscheinlich die der Mandelsäure entsprechende Hippursäure, so dass allem Anschein nach ein Theil der eingenommenen Mandelsäure bei ihrem Durchgang durch den Organismus der Oxydation entgangen war.

Zu einem weiteren Versuche wählten wir Phtalsäure, welche

---

1) Journal für pract. Chemie, XXXV, 307.

als zweibasische Säure ein grosses Interesse bietet, indem eine zweibasische Hippursäure noch nicht bekannt ist, und für die Art der Substitution verschiedene Möglichkeiten vorlagen. Im Aetherextract des Harnes fanden wir eine schwer in Krystallen zu erhaltende, in Wasser ungemein lösliche stickstoffhaltige Säure, jedoch in so geringer Menge, dass es nicht gelang, eine zur Analyse ausreichende Menge reiner Substanz zu erhalten, so dass die Constitution dieser Phtalursäure einstweilen dahingestellt bleiben muss.

Fassen wir die gewonnenen Thatsachen zusammen, so ergaben sich daraus folgende allgemeine Gesichtspunkte.

Zunächst sei es gestattet, die Constitutionsformeln für die in Untersuchung gezogenen Säuren hier aufzuführen, weil sich an ihnen am besten erläutern lässt, nach welchem Modus die Umwandlung derselben im Organismus stattfindet. Am übersichtlichsten und deutlichsten lassen sich die Beziehungen übersehen, wenn wir die Säuren nach dem Benzoltypus schreiben und die Kekulé'sche Anschauungsweise der aromatischen Reihe zu Grunde legen:

1) C_6H_6 = Benzol; je ein Kohlenstoff ist mit einem Wasserstoff verbunden und die übrigen Verwandtschaftseinheiten sättigen sich gegenseitig.

2) $C_6\left\{\begin{matrix}H_5\\CHO_2\end{matrix}\right.$ = Benzoësäure; im Benzol ist ein Wasserstoff durch das Radical der Ameisensäure CHO_2 (Carboxyl) substituirt.

3) $C_6\left\{\begin{matrix}H_4\\HO\\CHO_2\end{matrix}\right.$ = Oxybenzoësäure, Salicylsäure, Paraoxybenzoësäure; ein Wasserstoff im Benzol ist vertreten durch CHO_2, ein Wasserstoff durch HO (Hydroxyl); von der Stellung des CHO zum HO hängt der Unterschied im physikalischen und chemischen Verhalten der drei isomeren Säuren ab.

4) $C_6\left\{\begin{matrix}H_4\\OCH_3\\CHO_2\end{matrix}\right.$ = Anissäure. Ein Wasserstoff im Benzol ist ersetzt durch CHO_2, ein Anderer durch OCH_3. Auch hier giebt es natürlich eine Reihe isomerer

$C_8H_8O_3$

Säuren, je nach der gegenseitigen Stellung, welche die substituirenden Gruppen einnehmen.

5) $C_6\left\{\begin{matrix}H_5\\CH(OH)CO_2H\end{matrix}\right.$ = Mandelsäure; diese Säure enthält dieselbe Anzahl Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome, wie die Anissäure, d. h. sie ist isomer mit derselben; jedoch ist hier ein Wasserstoff im Benzol durch die complicirte Gruppe $CH(OH)CO_2H$ ersetzt und in diesem Umstande ist der wesentliche Unterschied im Verhalten dieser beiden Säuren gegen den oxydirenden Einfluss des Organismus zu suchen; denn das Benzol und seine nächsten Derivate, wie die oben 2—4 angeführten Säuren sind gegen Oxydationsmittel ungemein resistent; während die complicirte Seitenkette der Mandelsäure und der weiter unten aufzuführenden Zimmetsäure leichte Angriffspunkte für die Oxydation bildet, welche bei hinlänglicher Dauer erst bei der Benzoesäure stehen bleibt.

$C_8H_8O_3$

6) $C_6\left\{\begin{matrix}H_5\\C_2H_2(CHO_2)\end{matrix}\right.$ Zimmetsäure; ein Wasserstoff des Benzols ist durch die complicirte Gruppe $C_2H_2(CHO_2)$ vertreten.

7) $C_6\left\{\begin{matrix}H_4\\CHO_2\\CHO_2\end{matrix}\right.$ Phtalsäure. Zwei Wasserstoffe des Benzols sind durch die Gruppe CHO_2 ersetzt. Da diese Gruppe einem Körper den Säurecharakter ertheilt, so wird durch das doppelte Vorkommen derselben die Zweibasicität dieser Säure bedingt.

Vergleicht man die angeführten rationellen Formeln dieser Säuren mit unseren auf experimentellem Wege gewonnenen Resultaten, so ergiebt sich zunächst, dass alle aromatischen Säu-

ren, in welchen die Gruppe CHO_2 direct einen Wasserstoff des Benzols ersetzt, im Organismus sich zu den entsprechenden Hippursäuren umwandeln, während in denjenigen Säuren, welche eine complicirte Seitenkette enthalten, wie die Mandelsäure und Zimmetsäure, diese Seitenkette oxydirt wird, so dass im Harn nicht die der eingeführten Säure entsprechende, sondern die Hippursäure des Oxydationsproductes derselben erscheint.

Es fallen ferner durch unsere Versuche die Ausnahmen, welche nach Beilstein und Schlun die Chlorbenzoësäure und nach Bertagnini die Anissäure für die Bildung der Hippursäure zu bilden schienen, und wir halten uns zu dem Ausspruch berechtigt, dass „alle aromatischen Säuren im Organismus sogenannte Hippursäuren, d. h. Glycocollsubstitutionsproducte liefern."

Es müssen die negativen Resultate der genannten Forscher darauf zurückgeführt werden, dass der in Arbeit genommene Harn bereits zersetzt war, indem es ja bekannt ist, dass die Hippursäuren unter dem Einfluss faulender und gährender organischer Substanzen sich weit leichter zersetzen als durch Einwirkung von Mineralsäuren.

Anatomie einer zweiköpfigen, dreiarmigen, dreibeinigen, weiblichen Doppelmissgeburt.

Von

Dr. Albert Baur,
Privatdocent und Assistent in Erlangen.

(Hierzu Taf. V. und VI.).

Aeussere Form.

Auf einem durch grössere Breite und Dicke ausgezeichneten Stumpf sitzen zwei Köpfe von ziemlich gleicher Grösse. Jeder Kopf hat seinen besonderen Hals. Die Köpfe sind mit den Gesichtern gegen einander gekehrt; jedoch so, dass beide mehr nach derjenigen Seite des Rumpfes sehen, an welcher der Nabel und die Brustorgane sind, und welche demnach die vordere ist.

Der Rumpf hat die normale Länge, einen einfachen an der normalen Stelle befindlichen Nabel und zwei Brustwarzen. An dem Rumpf sitzen drei obere und drei untere Extremitäten.

Von den drei oberen Extremitäten sind zwei vollkommen normal, so dass sie, von vorne gesehen, sich wie zwei zu einem einfachen Rumpf gehörige Extremitäten ausnehmen. Die dritte obere Extremität ist an der hinteren Rumpffläche und inserirt sich in der Mitte zwischen beiden Hälsen; sie hat eine abweichende Form und verhält sich folgendermaassen. Sie ist vollkommen ausgebildet und normal gegliedert, besteht aus Oberarm, Vorderarm und Hand; jeder Abschnitt hat nahezu das normale Volum. Im Schulter-, Ellbogen- und Handgelenk, sowie in den Fingergelenken sind Bewegungen möglich. Die grösste Abnormität zeigt sich äusserlich an der Hand. Die Hand trägt

anstatt fünf nur drei Finger, wovon zwei länger sind und aus drei Phalangen bestehen, einer kürzer ist, nur zwei Phalangen hat und deshalb ein Daumen ist. Sie trägt den Daumen bei erhobenem Arm an der inneren dem Rumpf zugewendeten Seite. Alle drei Finger zeigen von aussen an dem sie überziehenden Integument eine auffallende Abnormität. Die beiden längeren Finger tragen an ihrer Spitze anstatt eines einzigen Nagels zwei. Die beiden Nägel stehen sich gegenüber und berühren sich mit dem ganzen Umfang ihrer Ränder. Ein jeder ist dreieckig zugespitzt und seine Spitze überragt die Fingerspitze um etwas. Die beiden längeren Finger verhalten sich also auf beiden Seiten wie ein normaler Finger auf der Dorsalfläche, sie haben zwei Dorsalflächen. Die Nägel des Daumens unterscheiden sich etwas von denen der beiden anderen Finger; einmal sind es deren drei und zweitens stehen sie um die Daumenspitze herum, so dass ihre Ränder sich nur an der Basis berühren und so, dass die Daumenspitze von ihnen unbedeckt bleibt. Erwähnenswerth ist endlich noch, dass die beiden längeren Finger der Hand etwas divergiren und nicht bloss so weit die Phalangen gehen, sondern auch noch zwischen die Mittelhand-knochen hinein an der Seite, welche sie einander zukehren, von Haut überzogen sind und dass die zwei längeren Finger stark abgeplattet sind und ihr Hautüberzug auf der Grenze zwischen den beiden Flächen der ganzen Länge nach beiderseits mit einer Kante versehen ist, welche in die scharfe Kante der Nagelränder sich fortsetzt.

Untere Extremitäten. Das untere Rumpfende verlängert sich, von vorne gesehen, in zwei untere Extremitäten, welche von normaler Beschaffenheit sind und sich wie zwei zu einem einfachen Rumpf gehörige Beine verhalten. An der hinteren Fläche des Rumpfes sitzt eine dritte untere Extremität, welche in ihrer Form und Stellung eine dem dritten Arm sehr ähnliche Abnormität zeigt, jedoch weniger vollkommen ausgebildet erscheint. Die Extremität ist normal gegliedert, jedoch in allen ihren Theilen, am meisten im Unterschenkel, etwas verkümmert. Sie besteht aus Oberschenkel, Unterschenkel und Fuss, ist im Knie und Fussgelenk spitzwinklig gebogen, lässt aber im Hüft-,

Knie- und Fussgelenk Bewegungen zu. Ihre Insertion am Rumpf ist etwas höher als die der beiden normalen vorderen Beine. Wie an dem dritten Arm die Hand, so ist es an dem dritten unpaarigen Bein der Fuss, welcher die grösste Abweichung zeigt. Diese ist aber am Fuss anders als an der Hand. Der Fuss endigt anstatt mit fünf, mit sieben Zehen, welche in zwei Reihen stehen. Von diesen Zehen zeigen die erste (grosse) und die zweite in Bezug auf ihr Integument dasselbe Verhalten, wie die Finger an der unpaarigen Hand. Sie haben beide zwei Nägel, welche zugespitzt sind, einander gegenüberstehen und mit den Rändern aneinanderstossen. Sie haben also zwei Dorsalflächen und keine Plantarfläche. Die übrigen fünf Zehen sind einfach mit einem einzigen normalen Nagel versehen, haben eine Dorsal- und eine Plantarfläche. Von den zwei Reihen, in welchen diese fünf Zehen stehen, besteht die eine aus zwei, die andere aus drei Zehen, und die Zehen beider Reihen kehren einander die Plantarflächen zu. Zieht man durch die Zehenspitzen der einen Reihe eine Linie und eine zweite Linie durch die Zehenspitze der andern Reihe, so sind diese beiden Linien einander nicht parallel, sondern bilden einen spitzigen Winkel, in der Spitze des Winkels liegen die zwei zweinägeligen Zehen. Diese letzteren sind also Doppelzehen, welche beiden Zehenreihen gemeinschaftlich sind. Der Fuss, an welchem die Zehen sitzen, ist prismatisch, aber hinten mit einfacher Ferse. Von den drei Kanten des Prismas entspricht die obere dem inneren Fussrand (beziehungsweise den verschmolzenen inneren Fussrändern), die zwei unteren Kanten den äusseren Fussrändern. Von den drei Flächen des Prismas sind die zwei seitlichen zwei Dorsalflächen, die dritte kleinere Grundfläche der Ueberrest einer Plantarfläche.

Man wird schon aus der im Bisherigen enthaltenen äusseren Betrachtung der beiden unpaarigen Extremitäten über die wahrscheinliche Gestaltung derselben sich eine gewisse Vorstellung bilden, deren Andeutung auch schon in der Beschreibung enthalten ist. Sowohl die symmetrische Aussenfläche der drei Finger an der oberen, als die Form und Stellung der sieben Zehen an der unteren unpaarigen Extremität erwecken die

Idee einer Duplicität. Sie erscheinen als Extremitäten, welche gleichsam zwei Körpern gemeinschaftlich sind oder durch Verschmelzung zweier einfacher Extremitäten zu einer einzigen belateral symmetrischen entstanden sind. Wie hat man sich aber die Art und Weise der Verschmelzung zu denken? Nach dem äusseren Aussehen so, als ob an der oberen Extremität die beiden Hände mit den Volarflächen, an der unteren die beiden Füsse mit den Plantarflächen aneinander lägen und mit diesen Flächen verschmolzen wären. Der Grad der Verschmelzung ist aber an der Hand und an dem Fuss nicht derselbe. An der Hand erstreckt sich die Verschmelzung auf alle vorhandenen Finger. Wir haben also drei Doppelfinger, jeder hatte zwei Nägel, zwei Dorsalflächen und keine Volarfläche. Am Fuss ergreift die Verschmelzung nur die zwei ersten Zehen, die übrigen bleiben getrennt, liegen aber, wie es nach der gemachten Annahme sein muss, mit den Plantarflächen gegeneinander. Man muss ferner in diese allgemeine Betrachtung noch die Vorstellung eines Defectes aufnehmen. Die Hand hat drei Finger, welche sämmtlich Doppelfinger sind, sie ist entstanden zu denken durch Verschmelzung zweier Hände, wovon jede nur drei, Finger nämlich einen Daumen, einen Zeige- und einen Ringfinger, dagegen keinen Mittel- und keinen Kleinfinger hat. Der Fuss hat sieben Zehen, wovon zwei Doppelzehen, fünf dagegen einfache Zehen sind; er ist gleichsam entstanden zu denken durch Verschmelzung zweier Füsse, wovon der eine (nämlich der dem rechten Individuum angehörige) die normale Fünfzahl der Zehen, der andere (dem linken Individuum angehörige) eine weniger, also nur vier Zehen hat. Von diesen neun Zehen sind die zwei ersten Zehenpaare je in eine Doppelzehe verschmolzen, die fünf übrigen Zehen sind getrennt geblieben. Es ist also ein Fuss entstanden, an welchem die erste (grosse) und zweite Zehe Doppelzehen sind; und an diese zwei Doppelzehen schliessen sich auf der einen Seite drei, auf der anderen zwei einfache Zehen an.

Das Steissende des Rumpfes zeigt drei in's Innere führende Oeffnungen, welche in der Richtung von vorne nach hinten auf einander folgen. Die mittlere hat sich als der einfache After

ergeben. Derselbe liegt etwas nach rechts von der Medianebene der Missgeburt. Die vordere Oeffnung ist eine mit normalen und vollständig ausgebildeten äusseren Genitalien versehene weibliche Geschlechtsspalte; sie liegt zwischen den beiden normalen unteren Extremitäten wie eine normale Geschlechtsöffnung an einem einfachen zu den zwei vorderen Beinen gehörigen Körper. Die hintere unter dem dritten Bein gelegene Oeffnung lässt bei der äusseren Betrachtung ihre Bedeutung nicht erkennen. Sie wird von hinten her von einem zungenförmigen Hautläppchen überlagert. Bei der inneren Untersuchung hat sich ergeben, dass diese Oeffnung eine zweite normale Geschlechtsöffnung ist und es ist hiernach anzunehmen, dass der Hautwulst, der sie überlagert, das Rudiment der dazu gehörigen äusseren weiblichen Genitalien ist.

Im Uebrigen ist der Körper in allen seinen Theilen äusserlich wohl entwickelt, er trägt die Spuren vollkommener Reife und besitzt sogar eine für eine Doppelmissgeburt ungewöhnliche Grösse. Das Gesicht des linken Kopfes zeigt an seiner hinteren Hälfte eine Lippen- und Kieferspalte mit Wolfsrachen. Der Oberschenkel des rechten vorderen Beines hat, ohne Zweifel in Folge der gewaltsam gemachten künstlichen Entbindung, eine Fractur erlitten. Das Gewicht der im Weingeist aufbewahrten Missgeburt beträgt 2770 Grammes; die Körperlänge von den Scheiteln bis zu den Fusssohlen der normalen unteren Extremitäten 49 Centim.

Anatomie.

Skelet.

Bei der Darstellung der inneren Theile durch das Messer wurde beabsichtigt, ein Präparat herzustellen, an welchem man sich von dem Verhalten aller wichtigen Theile der Doppelmissgeburt sollte überzeugen können. Wenn man diesen Zweck erreichen will, so muss man darauf verzichten, gewisse Systeme, insbesondere das Knochensystem, für sich darzustellen, weil sonst die anderen ebenso wichtigen, wie Eingeweide und Gefässsystem, für das Präparat fast verloren sind. Die Missge-

burt wurde also nicht skeletirt, sondern es wurden nach methodischer Einschneidung und Ablösung der Haut von den wichtigen Theilen und nach Präparation der Muskeln durch Trennung und Ablösung der letzteren nur diejenigen Skelettheile blossgelegt, auf welche es vorzugsweise ankam, und von ihnen nur so viel als absolut nothwendig war, um ihre Form und ihren Zusammenhang zu erkennen. Ich bin daher nicht im Stande, ein vollkommen genaues und bis ins Einzelne richtiges Bild des Skeletes zu entwerfen, denn hierzu wäre nöthig, dass ich das Skelet der Missgeburt in isolirtem und macerirtem Zustand vor mir hätte; ich bin vielmehr nur im Stande, von dem Skeletbau im Allgemeinen eine der Natur der Sache nach etwas lückenhafte Schilderung zu geben, und ich bitte die Lücken meiner Darstellung mit dem Bestreben zu entschuldigen, einerseits das schöne und seltene Exemplar der Doppelmissgeburt in möglichst vieler Beziehung anatomisch zu benutzen, andererseits aber an dem Präparat die ursprüngliche Form des Körpers und den Zusammenhang seiner Theile möglichst zu erhalten. Wer jemals mit der Zerlegung solcher Körper sich beschäftigt hat, wird die Erfahrung gemacht haben, dass es in der That nichts Leichtes ist, diesen Anforderungen zu genügen.

Der Rumpf, welcher eine einzige Brust- und eine einzige Bauch- und Beckenhöhle hat, enthält als Skelet zwei vollständige Wirbelsäulen. Sie sind nirgends mit einander verwachsen, einander nahezu parallel, abwärts wenig convergirend. Ihre Medianebenen bilden einen nach hinten offenen stumpfen Winkel, welcher durch die Medianebene der Missgeburt halbirt wird.

Der Thorax enthält als Skelet ausser den beiden einander fast gegenüberstehenden, etwas der hinteren Körperfläche genäherten Wirbelsäulen vier vollständige Rippenreihen. Zwei verbinden die Wirbelsäulen an der vorderen, zwei an der hinteren Rumpffläche. Die zwei vorderen Rippenreihen sind stärker gewölbt als die hinteren und mit einander in der Mitte durch ein normal geformtes Brustbein verbunden. Das Sternum, welches die zwei hinteren Rippenreihen vereinigt, ist unvollständig in der Art, dass von demselben nur der Körper und

ein gabelförmig gespaltener Schwerdtfortsatz vorhanden ist, ein Manubrium aber fehlt. Es gehen deshalb hinten die Rippen der zwei ersten Paare mit ihren Knorpeln unmittelbar bogenförmig in einander über, während die übrigen das normale Verhalten zum Sternum haben.

Obere Extremitäten.

Mit dem Handgriff des vorderen Brustbeins artikuliren in normaler Weise zwei Claviculae, welche dem Skelet der beiden normalen oberen Extremitäten angehören.

Das Skelet der dritten unpaarigen oberen Extremität hängt gleichfalls durch eine Clavicula mit dem Handgriff des vorderen Brustbeins zusammen und hat mit dem hinteren Brustbein keinen Zusammenhang. Diese Clavicula intermedia, welche bilateral symmetrisch ist, also durch Verschmelzung zweier Claviculae entstanden zu denken ist, geht in der Mittelebene der Missgeburt zwischen beiden Hälsen horizontal von vorn nach hinten. Sie ist sehr stark, in der Medianebene Sförmig gekrümmt und hat am hinteren Drittel einen starken hakenförmig abwärts ragenden Fortsatz. Die Extremitas sternalis der dritten Clavicula geht an die Incisura semilunaris des vorderen Brustbeins. Die Verbindung beider Knochen ist kein eigentliches Gelenk, sondern es findet sich zwischen dem Manubrium sterni anterioris und der dritten Clavicula ein quadratisches Knorpelstück eingefügt, das die Verbindung vermittelt. Diese Knorpelplatte ist vielleicht als Rudiment eines Manubrium sterni posterioris zu betrachten, welches die Verbindung mit seinem Körper aufgegeben und an den Handgriff des vorderen Brustbeins sich angeschlossen hat.

An die Portio acromialis der intermediären Clavicula schliessen sich für den dritten Arm zwei hintere Schulterblätter an, welche symmetrisch getrennt mit ihren Acromia und dem Theil, der dem Condylus entspricht, unter einander beweglich verbunden sind. Das hintere Ende der Clavicula artikulirt mit beiden Acromia. Die beiden Condyli bilden zusammen eine einfache nach hinten sehende Gelenkgrube für den Humerus. Die Pro-

cessus coracoidei fehlen oder sind nur als kleine nach vorn ragende Höcker vorhanden.

Das Skelet des Oberarms der dritten Extremität ist ein einfacher Humerus, das des Vorderarms eine einfache Ulna und ein einfacher Radius. Die Gestalt dieser Knochen weicht nicht wesentlich von der Normalform gewöhnlicher Extremitätenknochen ab. Das obere Endstück des Humerus ist sehr dick und wahrscheinlich bilateral symmetrisch gestaltet, das untere Endstück hat nahezu die gewöhnliche Form. Die Anordnung der Vorderarmknochen ist so, dass der Radius mit seiner ganzen Länge nicht neben, sondern bei erhobenem Arm vor der Ulna liegt. Radius und Ulna sind nahezu parallel und liegen in einer Ebene, welche den Humerus von vorn nach hinten halbirt. In ihrer Beweglichkeit verhalten sich die Vorderarmknochen so, dass eine Rotation des Radius um die Ulna d. h. die Pro- und Supination nicht wie an einem normalen Arm nur nach einer Richtung, sondern nach beiden Richtungen in gleichem Grad möglich ist. Verständlich wird dieses Verhalten, wenn man sich vorstellt, es seien in der Missgeburt zwei Individuen enthalten und es sei die Extremität so gebaut, dass sie in ihrer Function sich sowohl auf das eine wie auf das andere beziehen lässt, von dem rechten wie von dem linken sich hätte gebrauchen lassen; eine Annahme, die auch in der Anordnung der Muskeln und der Vertheilung der Nerven ihre Bestätigung finden wird.

An der Hand gestatten die Fingerglieder einen geringen Grad von Beugung und, was dabei zu beachten ist, diese Beugung ist in gleicher Weise nach der einen wie nach der anderen Seite möglich. Die Blosslegung des Handskeletes wurde zum Zweck der Schonung des Präparates unterlassen. Dasselbe bietet wahrscheinlich ausser dem Mangel zweier Finger und der zugehörigen Mittelhandknochen sowie einer abnormen Beschaffenheit der Gelenkflächen nichts Besonderes.

Untere Extremitäten.

Das Becken wird gebildet von den unteren Enden beider Wirbelsäulen und vier Hüftbeinen. Zwei Hüftbeine verbinden

die beiden Ossa sacra an der vorderen Fläche, zwei an der hinteren. Die zwei vorderen Hüftbeine sind vollkommen normal und vereinigen sich in einer regulären Symphyse. Die zwei hinteren Hüftbeine sind unvollständig in der Art, dass von jedem nur das dem Darmbein und der äusseren Pfannenhälfte incl. Spina ischii entsprechende Stück vorhanden ist, das ganze das Foramen obturatorium umschliessende Stück, fast das ganze Sitzbein und Schambein, ausgefallen ist. Die beiden Darmbeine vereinigen sich mit den abgeflachten Pfannenhälften zu einer hinteren irregulären Symphyse und bilden an derselben Stelle durch die Vereinigung der Pfannenhälften eine mittlere unpaarige flache Pfanne.

In den Pfannen der zwei vorderen Hüftbeine artikuliren die Oberschenkelknochen der zwei normalen unteren Extremitäten. An die unpaarige Pfanne der beiden hinteren unvollständigen Hüftbeine schliesst sich der Femur der dritten unteren Extremität.

Das Skelet des Oberschenkels des dritten Beins besteht aus einem ziemlich normal gestalteten, etwas verkümmerten, mit seinem Kopf in der unpaarigen Pfanne eingelenkten Femur und dem Rudiment eines zweiten. Nach oben und links von dem Caput femoris findet sich ein kugelförmiges Knochen- oder Knorpelstück von ungefähr gleicher Grösse, das durch Bandmasse mit dem Becken in der Gegend der Spina anterior inferior zusammenhängt. Es erscheint als Rudiment eines zweiten Femur, von welchem nur der Kopf vorhanden ist. An dem ausgebildeten Femur ist es besonders das untere Ende, welches verkümmert ist, indem die die Condylen bildenden Anschwellungen sehr wenig entwickelt sind.

Der Unterschenkel ist an dem dritten Bein der am wenigsten ausgebildete Theil. Das Skelet desselben ist ein einziger Knochen, der wahrscheinlich eine verkümmerte Tibia ist. Im Vergleich zu einer normalen Tibia ist der Knochen abnorm kurz und an seinen beiden Enden zu dünn. Eine Patella ist nicht vorhanden.

Das Skelet des Fusses wurde aus demselben Grunde wie das der Hand einer näheren Untersuchung nicht unterworfen.

Soviel man aus der Betrachtung von aussen vermuthen kann, scheinen die Fusswurzelknochen einfach, es müssen Mittelfuss- und Zehenknochen der Zehenzahl entsprechend vermehrt sein.

Eingeweide.

Nach Betrachtung der äusseren Form und des Hauptsächlichsten von dem Skeletbau gehe ich zur Beschreibung der Eingeweide der Missgeburt über. Denselben wird es zweckmässig sein einige allgemeine Bemerkungen vorauszuschicken.

Im Vergleich zu dem lebhaften Streit, der im vorigen Jahrhundert über die Entstehungsweise der Doppelmissgeburten war und der sich besonders an die Namen Winslow und Lémery knüpfte, ist durch die neueren Forschungen, worunter besonders die von Panum den Ausschlag gaben, festgestellt, dass Missgeburten wie die vorliegende und Doppelmissbildungen überhaupt ihrer Entstehung nach unter keinen Umständen auf Verwachsung zweier je einem besonderen Ovulum entstammender Zwillingsembryonen, sondern immer auf Keimverdoppelung innerhalb eines einzigen Ovulums zurückzuführen sind. Was aber den besonderen Modus der Entstehung betrifft, so erhebt sich die zweite schwierige und im einzelnen Falle wohl kaum mit Sicherheit entscheidbare Frage, in wie weit eine Doppelmissgeburt, wie die vorliegende, durch Verschmelzung zweier an demselben Ovulum auftretender ursprünglich getrennter Keime, in wie weit sie durch Verdoppelung oder Spaltung der Theile oder ihrer Anlagen in einem ursprünglich einfachen Keim entstanden ist.[1]) So unfruchtbar diese Frage scheinen kann, so

1) Ich besitze die Keimhaut eines etwa einen Tag bebrüteten Hühnereis, an welcher die Nota primitiva genau die Gestalt des Buchstaben Y hat, zu einem Drittel ihrer Länge doppelt, im Uebrigen einfach ist. Das gespaltene Ende ist deutlich das vordere, das einfache das hintere. Ich bin überzeugt, dass aus diesem Keim, wenn er sich weiter entwickelt hätte, eine Doppelmissgeburt und zwar ein Dicephalus mit abwärts einfacher Axe geworden wäre. Eine solche Keimhaut wäre demnach das jüngste Stadium, in welchem man den Embryo einer Doppelmissgeburt von dem eines einfachen Individuums unterscheiden könnte; und vorausgesetzt, dass diese Annahme richtig

ist sie doch für die Methode der Darstellung von einer gewissen Wichtigkeit. Man wird nämlich, wenn man sich zur ersten Auffassung neigt, von unvollständiger Verschmelzung zweier gleichnamiger Organe, z. B. der Herzen reden, wo man nach der zweiten eine unvollständige Verdoppelung sieht. Ich will hier diese theoretische Frage nicht weiter erörtern, sondern nur Folgendes hervorheben. Weder wenn man sich selbst den Bau eines Körpers, wie der einer Doppelmissgeburt ist, anschaulich machen will, noch weniger wenn man Anderen eine Schilderung davon geben will, kann man die Vorstellung entbehren, als habe man es hier mit zwei verwachsenen Individuen zu thun; denn die Beschreibung der Theile wird dadurch wesentlich erleichtert. Ich werde daher, ohne damit einer bestimmten Ansicht über die Entstehungsweise der Missgeburt vorgreifen zu wollen, der weiteren Beschreibung die Vorstellung unterlegen, als seien in der Missgeburt zwei mit einander verwachsene, theilweise verschmolzene Individuen enthalten. Ich unterscheide die beiden in dem Körper der Missgeburt enthaltenen, am Kopfende ganz gesonderten Individuen als rechtes und linkes. Das rechte Individuum nenne ich dasjenige, welches der rechten Hälfte, das linke dasjenige, welches der linken Hälfte eines an die Stelle der Missgeburt gesetzten einfachen Individuums entspricht. Es ist nöthig dies hervorzuheben, weil von einzelnen Autoren z. B. von Walter (Observationes anatomicae. Berlin 1778) bei der Beschreibung eines der vorliegenden Missgeburt in mancher Beziehung ähnlichen Falles die umgekehrte Bezeichnung gebraucht worden ist und die beiden Individuen, sowie ihre Organe, darnach unterschieden worden sind, ob sie zur rechten oder linken Hand des Beschauers liegen. Das ist deshalb ganz unerlaubt, weil, wenn man das Präparat bald von vorn bald

---

ist, würde eine solche Keimhaut den Beweis dafür liefern, dass die einfachen oder unvollständig doppelten Theile einer Doppelmissgeburt nicht durch Verschmelzung vorher getrennter Anlagen entstehen müssen, sondern aus einer von Anfang an einfachen oder unvollständig doppelten Anlage hervorgehen können. Um zu behaupten, dass dies die Regel sei, dazu gehört die Beobachtung einer grösseren Anzahl solcher Anfangszustände.

von hinten betrachtet, vollständige Verwirrung eintritt. Zu beachten ist ferner noch, dass wenn man eines von den beiden Individuen für sich betrachtet und seine Hälften unterscheiden will, die Ausdrücke rechts und links aus demselben Grunde nicht mehr anwendbar sind. In dieser Beziehung sind die Ausdrücke: rechts und links zu vermeiden, denn an jedem Individuum für sich verwandelt sich der Gegensatz zwischen rechts und links in den Gegensatz zwischen vorn und hinten.

Die Eingeweide der Missgeburt zeigen im Allgemeinen das schon vielfach beschriebene und abgebildete Verhalten, welches bei den Formen der Doppelmissbildungen, die man Dicephalus und Thoracopagus nennt, die Regel ist. In der Brust- und Bauchhöhle finden sich die Eingeweide zweier Individuen. Von diesen Eingeweiden sind gewisse Organe, wie z. B. die Herzen, die Lebern, die Darmkanäle auf eine grössere oder kleinere Strecke mehr oder weniger verschmolzen (unvollständig verdoppelt), während andere Eingeweide, wie die Thymusdrüsen, die Lungen, gewisse Strecken des Darmkanals an der Verschmelzung sich nicht betheiligen, also für jedes Individuum besonders (vollständig verdoppelt) vorhanden sind. Ich hebe im Folgenden nur das hervor, was für die vorliegende Missgeburt characteristisch ist.

Die Herzen der beiden Individuen sind mit ihrer Ventrikelabtheilung getrennt, in ihrer Vorhofabtheilung vollständig verschmolzen. Das Doppelherz hat eine symmetrische Gestalt, liegt ganz in der Mitte der Brusthöhle und in einem ganz einfachen Herzbeutel. Die Ventrikelherzen liegen nach vorn gegen die Seite des Körpers, an welcher der Nabel ist,[1] das Vorhofherz nach hinten gegen die Seite, wo die unpaarigen Extremitäten sind. Das Ventrikelherz des linken Individuums kehrt seine Spitze gegen die Mittellinie der Missgeburt; an dem des

1) Dies ist in weitaus den meisten Fällen, jedoch keineswegs immer so. Ich kenne ein in der hiesigen Sammlung aufbewahrtes Exemplar eines Thoracopagus, an welchem die verschmolzenen Ventrikelherzen nicht auf der Seite liegen, wo der Nabel ist, sondern auf der entgegengesetzten.

rechten lässt sich der Theil, welcher der Herzspitze entspricht, nicht mit Bestimmtheit erkennen. Das Vorhofherz hat vier deutliche Herzohren, zwei laterale und zwei mediale, die zwei lateralen liegen nach vorn durch die ganze Breite des Herzens getrennt, die zwei medialen nach hinten in geringer Entfernung von einander zu beiden Seiten der Mittellinie. Die Eröffnung der Herzhöhlen wurde aus dem mehrfach erwähnten Grund an dem übrigens mit Wachsmasse ausgefüllten Herzen nicht vorgenommen.

Die Lebern beider Individuen sind zu einem einfachen Körper verschmolzen, an welchem die Grenzen beider Organe sich nicht mehr erkennen lassen. Die Doppelleber hat eine nahezu symmetrische Form, liegt in der Mitte der Bauchhöhle unter dem gleichfalls einfachen und symmetrisch gestalteten Zwerchfell. Sie besteht aus einem vorderen grossen und hinteren kleinen Lappen, hat eine doppelte Porta hepatis und zwei Gallenblasen.

Die Verdauungskanäle sind von oben an bis zu einer Stelle des Dünndarms, die einige Zoll über dem Anfang des Dickdarms ist, ganz getrennt, von da an abwärts bis zu dem einfachen After verschmolzen. Es ist also Oesophagus, Magen, der grösste Theil des Dünndarms doppelt, das unterste Stück des Ileum, der ganze Dickdarm vollständig einfach. Die Stelle, von wo an der Darm einfach wird, entspricht der Gegend, wo beim Embryo der Darmdottergang sich an den Darm inserirt. Das gemeinschaftliche Rectum liegt in der Beckenhöhle etwas rechts von der Mitte, wie auch der After rechts von der Mittellinie der Missgeburt ist.

Die Milz ist nur links vorhanden. Sie ist so gross, dass sie ihrem Volum nach zwei Milzen zu ersetzen scheint.

Der Harn- und Geschlechtsapparat zeigt eine Reihe von Seltsamkeiten. Er besteht aus drei Nieren, zwei Harnblasen, zwei Uterus, vier Ovarien. Form, Lage und Zusammenhang dieser Theile verhält sich folgendermassen:

Von den drei Nieren liegen zwei grössere nach vorn, eine kleinere nach hinten. Von den zwei grösseren ist die eine zum rechten, die andere zum linken Individuum zu rechnen. Ihre Uretheren (von welchen der der linken Niere in dem oberen

Drittel seiner Länge doppelt ist) haben die gewöhnliche Länge und münden in den Grund einer Harnblase, welche mit einer Harnröhre versehen ist, hinter der vorderen Symphyse liegt und einen zum Nabel aufsteigenden Urachus hat. Die dritte Niere liegt an der hinteren Wand der gemeinschaftlichen Bauchhöhle, ist ungefähr dreimal kleiner als die beiden anderen und einfach, ohne Spuren der Duplicität. Sie gehört sowohl ihrer Lage als der Art nach, wie sie ihr Blut bekommt, dem linken Individuum an. Ihr Urether ist ganz kurz und mündet nach kurzem Verlauf in eine besondere zweite Blase, welche an der hinteren Beckenwand vor der hinteren Symphyse liegt. Diese hintere Harnblase ist stark ausgedehnt und reicht weiter in der Bauchhöhle in die Höhe, als die vordere. Die Einmündung des einzigen Urether findet sich dicht neben dem Scheitel. Vom Blasengrund erhebt sich rechts eine Strecke weit ein blind endigender Gang, welcher wahrscheinlich das Rudiment eines zweiten Urethers ist. Es ist kein Urachus und keine Urethra vorhanden.

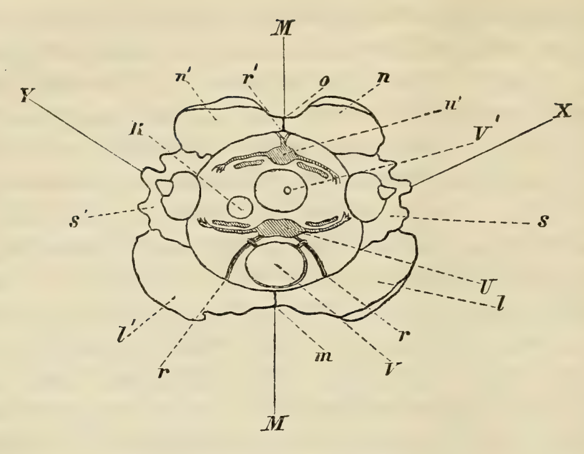
Es finden sich zwei Nebennieren. Sie gehören zu den zwei grösseren vorderen Nieren. Die rechte ist grösser und schickt eine Verlängerung an der rechten Wirbelsäule vorbei nach hinten, welche vielleicht als die zur dritten Niere gehörige Nebenniere zu betrachten ist.

Hinter der vorderen mit einem Urachus versehenen Harnblase liegt ein vollständiger weiblicher Geschlechtsapparat, bestehend aus einem äusserlich normal geformten Uterus, zwei Tuben und zwei Ovarien. Der Uterus gehört zu der Vagina, welche vorn zwischen den beiden normalen unteren Extremitäten mündet und deren Orificium mit normalen äusseren Genitalien versehen ist. In dieser Vagina bemerkt man von aussen eine mit dem Hymen zusammenhängende dünne membranöse Scheidewand, wodurch sie der Länge nach in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird (Vagina bilocularis). Bei Eröffnung des Uterus fand sich, dass seine Höhle gleichfalls durch eine starke Längsscheidewand in zwei getheilt und er somit ein Uterus septus duplex ist.

Ein zweiter, seinen inneren Bestandtheilen nach fast vollstän-

diger, aber äusserlich rudimentärer und abnormer Geschlechtsapparat findet sich an der hinteren Beckenwand. Der hintere Uterus steht höher als der vordere und reicht weiter in die Bauchhöhle hinauf, er ist mehr cylindrisch und hat eine einzige langgestreckte Höhle. Wie mit dem vorderen, hängen mit dem hinteren Uterus zwei Tuben und zwei Ovarien von normaler Grösse zusammen. Die runden Mutterbänder, welche von der nach hinten sehenden Fläche des Uterus abgehen, sind bei ihrem Ursprung aus der Substanz des Uterus in einen einzigen Strang verwachsen; weiterhin gehen sie etwas aus einander und befestigen sich in der hinteren Bauchwand zu beiden Seiten der hinteren Symphyse. Die zu dem hinteren Uterus gehörende Vagina ist abwärts blind geschlossen. Die hintere unter dem dritten Bein gelegene Geschlechtsöffnung führt von aussen in einen geräumigen mit Schleimhaut ausgekleideten Blindsack. Dieser ist von dem untersten Stück der Vagina durch eine dünne aber vollständige, membranöse quere Scheidewand (Hymen imperforatus) abgeschlossen, und ebenso von der daneben liegenden Höhle der Harnblase durch eine Membran von der Dicke der Blasenwand vollkommen getrennt. (Abnorme Persistenz und Vergrösserung des Sinus urogenitalis mit Atresie des Scheideneingangs und Mangel oder Atresie der Harnröhre.)

Zu beachten ist endlich noch die Lage der inneren Theile des hinteren Geschlechtsapparats in der Beckenhöhle. Von vorn her findet man in der gemeinschaftlichen Beckenhöhle zuerst die vordere Harnblase und hinter ihr den vorderen Uterus. Dann kommt etwas nach rechts das Rectum. Hinter dem Rectum folgt, wieder in der Mitte, die hintere Harnblase und hinter dieser liegt der hintere Uterus. Dies ist deshalb auffallend, weil man erwartet, dass der hintere Harn- und Geschlechtsapparat zu der hinteren Symphyse sich ebenso verhalten werde, wie der vordere zu der vorderen. Zunächst der hinteren Symphyse liegt aber nicht die Blase, sondern der Uterus; und es scheint, als ob der hintere Geschlechtsapparat nicht nach hinten, sondern gleichfalls nach vorn sehe. Weiter abwärts im Becken ändert sich übrigens das Lageverhältniss



Lage der Organe in der Beckenhöhle.

MM Medianebene der Missgeburt. — *X* Medianebene der linken, *Y* Medianebene der rechten Wirbelsäule. — *ss'* Kreuzbein. — *ll'* vordere, *nn'* hintere Hüftbeine. — *m* vordere, *o* hintere Symphyse. — *V* vordere Harnblase mit zwei Urethern. — *V'* hintere Harnblase mit einem Urether. — *U* vorderer, *U'* hinterer Uterus. — *rr'* Ligamenta uteri rotunda. — *R* gemeinschaftliches Rectum.

von hinterer Blase und Uterus, und hieraus, sowie aus der Lage der Ovarien, welche an der vorderen Fläche des hinteren Ligamentum uteri latum sitzen, ist zu entnehmen, dass diese Anomalie der Lage nicht in der ursprünglichen Bildung, sondern in dem späteren Wachsthum begründet ist. Wahrscheinlich erklärt sich die Sache so: Die hintere Blase war ursprünglich klein und hatte ihre Lage zwischen Uterus und Symphyse. Wegen Mangels einer Harnröhre sammelte sich in ihr das Nierensecret an, sie fing an sich auszudehnen und in die Höhe zu steigen. Dieses war ihr aber zwischen Uterus und hinterer Beckenwand durch die Verwachsung der runden Mutterbänder unmöglich gemacht, welche einen zwischen Uterus und Symphyse ausgespannten Strang bilden. Die mehr und mehr sich vergrössernde Blase musste sich also nach vorn wenden, um sich nach oben zu ausdehnen zu können, und kam auf diese Weise vor den hinteren Uterus zu liegen. Es wird hierbei

vorausgesetzt, dass die hintere Harnblase einer zweiten Allantois ihre Entstehung verdankt, einer Allantois, die klein blieb, ganz von den Bauchwänden eingeschlossen wurde, und in toto sich in eine Harnblase verwandelte. Durch diese Annahme liesse sich zugleich der Mangel eines Urachus an der hinteren Blase erklären. Oder sollte vielleicht die hintere Harnblase, deren Wand übrigens die normale Dicke und Beschaffenheit hat, Nichts sein als das erweiterte untere Ende des Urethers der dritten Niere? Was sich hierfür anführen liesse, ist die Kürze des Urethers und die Einmündung desselben in das obere Ende der Blase.

Gefässsystem.

Ich begann die Präparation der mir übergebenen Missgeburt damit, dass ich versuchte, die Arterien und Venen derselben mit einer Wachsmasse auszuspritzen. Obgleich die Missgeburt schon einige Zeit im Weingeist gelegen hatte, ist die Injection doch so gut ausgefallen, dass an dem daraus angefertigten Präparat ein vollständiger Ueberblick über die Ramification des arteriellen und venösen Systemes zu gewinnen ist; und es hat sich dabei ein sehr merkwürdiges Verhalten des Arteriensystems herausgestellt, welches ohne vorausgehende künstliche Füllung der Gefässe schwerlich zur Anschauung gekommen wäre. Das Präparat dürfte auch in dieser Beziehung zu den Seltenheiten gehören.

Arterien.

Die Injection der Arterien wurde an der mit Ausnahme eines schon vorher vorhandenen Einschnittes in die Brust- und Bauchwand noch ganz unversehrten Missgeburt von dem Nabelstrang aus vorgenommen. Hierbei ergab sich zuerst, dass nur eine einzige starke Nabelarterie vorhanden ist, welche einer Umbilicalis sinistra entspricht. Als die Injection durch diese Arterie gemacht war und nachgesehen wurde, ob sie für die ganze Missgeburt genügend oder ungenügend wäre, fand sich, dass in Folge derselben an beiden Hälsen die Carotiden vorn und hinten sich gefüllt hatten. Es war also anzunehmen, dass

das ganze arterielle System in einer für den vorliegenden Zweck hinreichenden Weise gefüllt sei; andererseits war schon hieraus zu entnehmen, dass die Arteriensysteme beider Individuen nicht getrennt sein können, sondern entweder mit einander anastomosiren oder nur ein einziges ausmachen müssen. Bei der später vorgenommenen Präparation der Gefässe des Halses, der Brust und des Abdomens hat sich folgendes Verhalten herausgestellt.

Das Arteriensystem ist der Anlage nach für jedes der beiden verwachsenen Individuen vollständig vorhanden, es ist aber in der Art entwickelt, dass von dem Ventrikelherz des linken Individuums aus nicht allein die linke Hälfte der Missgeburt, sondern der ganze Körper derselben einschliesslich der Köpfe und aller sechs Extremitäten versorgt werden kann. Das Ventrikelherz des rechten Individuums versorgt nur die Lungen desselben und trägt zu dem übrigen Kreislauf nur soviel bei als durch einen ziemlich engen Ductus arteriosus Botalli zuströmen kann. Diese Art der Circulation ist dadurch herbeigeführt, dass der aufsteigende Theil des Arcus aortae des rechten Individuums in einen soliden impermeabeln Strang verwandelt und auf diese Weise für den Kreislauf eliminirt ist, während der Aortenbogen des linken Ventrikelherzens sehr stark entwickelt ist; dass andererseits die Aorta descendens des linken Individuums mit der entsprechenden Schlagader des rechten durch zwei grosse Anastomosen in weit offener Verbindung steht, wovon die eine in dem rechten Individuum das Blut nach oben in den oberen Abschnitt desselben, die andere nach unten in den unteren schiebt. Es ist also in dem Kreislauf der Missgeburt der seltene Fall verwirklicht, dass in der Aorta thoracica und dem Stück der Aorta abdominalis, das über der grossen Anastomose liegt, das Blut nicht von oben nach unten, sondern von unten nach oben fliesst, während es sich in den Verzweigungen fast durchaus an die normalen Bahnen hält.

Im Einzelnen ist die Anordnung der arteriellen Gefässe folgende: Aus dem Ventrikelherz des rechten wie des linken Individuums entspringt eine Aorta und eine Pulmonalis. Letztere giebt beiderseits zwei Lungenäste, einen für die vordere

und einen für die hintere Lunge ab, und setzt sich beiderseits in einen Ductus arteriosus fort, der an der normalen Stelle in den Aortenbogen mündet. Die Aortenbögen haben zu einander eine symmetrische Stellung und gehen am rechten wie am linken Individuum über den vorderen Bronchus. Während aber der linke Aortenbogen sehr weit und stark entwickelt ist, ist der aufsteigende Theil des rechten Aortenbogens durch einen dünnen Strang repräsentirt, der Nichts von Injectionsmasse enthält. Das Stück des rechten Aortenbogens zwischen dem Ventrikel und der Abgangsstelle des ersten Astes ist vollkommen obliterirt, während der übrige Theil des Bogens mit seinen Aesten sowie die Aorta thoracica mit Injectionsmasse gefüllt sind, jedoch nur etwa die halbe Dicke besitzen, wie die entsprechenden Gefässstämme des linken Individuums.

Von den Aortenbögen entspringen in gleicher Weise auf beiden Seiten vier Aeste, wovon aber von vorn nur drei in die Augen fallen, weil der vierte, kleinste ganz an der Wirbelsäule, am Anfang der Aorta thoracica abgeht. Von den drei grösseren Aesten sind die zwei ersten jederseits eine Carotis communis posterior und eine anterior, der dritte die Subclavia für die normale obere Extremität. Dieselben zeigen den regulären Verlauf und die normale Verästelung. Der vierte, kleinere, auf beiden Seiten am Uebergang des Bogens in die Aorta thoracica abgehende Ast ist eine Subclavia für die dritte, beiden Individuen gemeinschaftliche Extremität. Diese beiden hinteren Subclaviae gehen hinter der Trachea und dem Oesophagus dann ziemlich parallel der ersten hinteren Rippe an der hinteren Thoraxwand gegen die Mittellinie der Missgeburt und bilden hier eine einfache bogenförmige Anastomose. Aus diesem Gefässbogen entspringt dann etwas rechts von der Mittellinie der Missgeburt eine einfache Arteria axillaris für die gemeinschaftliche Extremität und die hintere Fläche des Thorax.

Die Aortae thoracicae liegen beiderseits ziemlich in der Medianebene der Wirbelsäulen oder etwas nach vorn davon. Die linke Aorta descendens giebt, nachdem sie durch das Zwerchfell getreten ist, zuerst eine Arteria coeliaca ab und theilt sich darauf in zwei ziemlich gleich starke Aeste, wovon

der eine die Verlängerung des Stammes ist und die Richtung desselben im Abdomen fortsetzt, der andere aber eine Mesenterica superior ist. Diese verläuft in dem gemeinschaftlichen Mesenterium der Dünndärme bogenförmig und geschlängelt quer von der Wirbelsäule des linken Individuums bis gegen die des rechten, krümmt sich dann aufwärts und geht hier, ohne durch Abgabe der Darmzweige an Volum abgenommen zu haben, unter Bildung eines nach oben concaven Bogens in das oberste Stück der rechten Aorta abdominalis und, nachdem sie eine Renalis (für die eine Niere des rechten Individuums) und eine kleine Coeliaca (für Magen und Leberhälfte; Milz fehlt) abgegeben, in die Aorta thoracica der rechten Seite über. Die Renalis, die Coeliaca, sämmtliche Zweige der Aorta thoracica, endlich die Aeste des Aortenbogens selbst erhalten also im rechten Individuum das Blut, dessen Zufluss ihnen aus dem Herzen ihrer Seite fast abgeschnitten ist, auf einem Umweg durch die eine grosse bogenförmige Anastomose bildenden Arteriae mesentericae superiores, aus der Aorta descendens der linken Seite, und der Blutstrom muss in der rechten Aorta thoracica in die Höhe gegangen sein. Die Strecke der Aorta abdominalis rechts, welche unmittelbar unterhalb der Mesenterica superior liegt, ist in ein ganz dünnes Gefässchen verwandelt, welches nicht mehr als die nächste Umgegend, nämlich das Gebiet einiger Arteriae lumbales, mit Blut versorgen kann.

Es ist jetzt noch die arterielle Gefässverzweigung in der unteren Hälfte der Missgeburt zu betrachten, auch diese zeigt ein merkwürdiges Verhalten.

Die linke Aorta abdominalis, nachdem sie die Hälfte ihres Blutes an die obere Gekrösarterie abgegeben hat, behält in ihrer Verlängerung den normalen Verlauf, giebt zuerst zwei Renales für die beiden Nieren des linken Individuums, eine Strecke weiter unten eine starke Mesenterica inferior ab; dann schickt sie den grössten Theil ihres Blutes durch eine starke Hypogastrica in die einzige Nabelarterie und endigt als Arteria femoralis für die linke normale untere Extremität.

Es fragt sich jetzt noch, auf welchem Wege das rechte vordere und das hintere unpaarige Bein mit Blut versorgt

worden sind. Auf gewöhnliche Weise kann dies weder von der rechten noch von der linken Aorta aus geschehen sein. Denn die linke zeigt nirgends eine Theilung in zwei Iliacae communes und die rechte ist unterhalb der Mesenterica superior nahezu obliterirt. Hierüber lehrt nun das Präparat Folgendes:

Die Mesenterica inferior, welche aus der Aorta abdominalis sinistra entspringt, zeigt ein ähnliches Verhalten wie die Superior. Sie geht in dem gemeinschaftlichen Mesenterium mehrmals gekrümmt quer von links nach rechts, wendet sich dann wieder zur Wirbelsäule und geht unter Bildung eines abwärts concaven Bogens und ohne an Durchmesser abzunehmen in eine Arterie über (Endstück der rechten Aorta abdominalis), welche, nachdem sie eine rechte Hypogastrica abgegeben, zur Femoralis der rechten vorderen Extremität wird.

Die Arterie des hinteren unpaarigen Beins entspringt aus der linken Aorta abdominalis, in derselben Höhe wie die Mesenterica inferior, nimmt Anfangs ganz den Verlauf einer Arteria lumbalis, steigt aber dann an dem hinteren linken Darmbein herunter und tritt durch die linke Incisura ischiadica wie eine Arteria ischiadica zum Oberschenkel.

Es erhellt aus dem beschriebenen Arterienverlauf, dass die ganze untere Hälfte der Missgeburt (sowie der Nabelstrang) ihr Blut ausschliesslich aus der linken Aorta und dem linken Ventrikelherz erhalten hat. Was die obere Hälfte der Missgeburt betrifft, so muss noch auf einen Punkt aufmerksam gemacht werden. Auch der rechte Oberkörper der Missgeburt bekommt sein Blut aus dem linken Ventrikelherz, aber er bekommt einen Theil seines Blutes durch den offenen Ductus Botalli aus dem eigenen Ventrikelherzen. Wäre die Missgeburt nicht injicirt worden und hätte man die Gefässe so präparirt, so wäre man auf den Gedanken gekommen, dass hier bei Obliteration der Aorta ascendens die Pulmonalis sich in die absteigende Aorta fortsetze, ein Fall, der bei Missgeburten vorkommt. Wäre dies der Fall, so müsste der rechte Ductus Botalli abnorm erweitert, er müsste jedenfalls weiter sein als der linke. An dem injicirten Präparat sieht man aber, dass der Ductus arteriosus rechts nicht nur nicht weiter, sondern auffallend enger ist als

links und es ist ganz unzweifelhaft, dass die Hauptmasse des Blutes nach rechts aus der linken sehr weiten Aorta kommt und in der rechten aufwärts strömt. Der rechte Ductus Botalli kann also zu diesem Blutstrom nur einen Zufluss liefern. Dieser ist nicht so stark, dass er die in der Aorta aufwärts gehende Strömung überwinden könnte; er kann demnach nur dazu dienen, dieselbe nach oben zu gegen die Carotiden hin zu verstärken.

Beachtenswerth ist endlich noch, dass diejenige Hälfte der Missgeburt, nämlich die linke, welche den ganzen Körper mit Blut versorgt, es zugleich ist, welche die einzige ihrem Volum nach für den Doppelkörper genügende Milz besitzt.

Venen.

Es wurde zuerst durch die (einfache) Nabelvene eine Injection gemacht und dadurch die Venen des Unterleibs grossentheils gefüllt. Sodann wurde noch durch die vorderen Jugulares communes beider Hälse dem Herzen zu eingespritzt, was die Folge hatte, dass das Vorhofherz und die Hauptvenenstämme der oberen Hälfte der Missgeburt sich anfüllten. Wenn man nun an dem Präparat die Venen in's Auge fasst, so sieht man Folgendes:

In das gemeinschaftliche Vorhofherz münden drei obere und zwei untere Hohlvenen. Die drei oberen zerfallen in zwei vordere laterale und eine hintere mediale unpaarige. Die zwei vorderen oberen Hohlvenen sammeln das Blut aus der vorderen Kopf- und Halshälfte und der vorderen Extremität jedes Individuums, und sie entstehen hinter den vorderen Schlüsselbeinen durch den Zusammenfluss einer regulären Subclavia und Jugularis communis anterior. Sie münden in das Vorhofherz neben den lateralen Herzohren. Die hintere unpaarige Hohlvene sammelt das Blut aus den hinteren Kopf- und Halshälften beider Individuen, sowie aus dem gemeinschaftlichen Arm. Sie läuft in der Mittellinie der hinteren Thoraxwand herab und entsteht durch Vereinigung zweier Jugularvenen, Venae jugulares communes posteriores. Sie nimmt ausserdem die Vene des dritten

Arms auf und mündet in das Vorhofherz hinter den beiden medialen Herzohren.

Von den beiden unteren Hohlvenen ist die linke stärker als die rechte. Sie zeigen die gewöhnliche Verästelung; beide wenden sich nach Aufnahme der Nierenvenen (rechts eine, links zwei) einwärts gegen die Mittellinie der Missgeburt, steigen in der Furche zwischen dem vorderen und hinteren Leberlappen in die Höhe und treten dicht neben der Mittelebene in geringer Entfernung von einander durch das Zwerchfell.

Die Lungenvenen, welche an dem Präparat gleichfalls gefüllt sind, bieten das Bemerkenswerthe, dass die des rechten Individuums zu einem ziemlich langen Stamm vereinigt, sich in die hintere obere Hohlvene kurz vor ihrer Einmündung in das Vorhofherz ergiessen. Die Lungenvenen des linken Individuums münden in die linke Hälfte des Vorhofherzens in gewöhnlicher Weise. Die zwei vorderen vereinigen sich, ehe sie in das Herz münden, zu Einem Stamm.

In jede Leberpforte geht eine Pfortader. Es sind also zwei Pfortadern, von welchen die linke stärker ist als die rechte. Beide sammeln das Blut aus dem Magen und dem oberen doppelt vorhandenen Theil des Darmkanals: die linke aber ausserdem aus der Milz und dem unteren einfachen Theil des Darmkanals. Die Wurzeln der rechten Pfortader sind also nur die Venae gastricae und die Vena mesenterica superior ihrer Seite; die Wurzeln der linken Pfortader sind die beiden Venae gastricae, die linke Vena mesenterica superior, ausserdem die nur einmal vorhandene Vena lienalis und die unpaarige Vena mesenterica inferior.

---

1) An dem rechten Individuum hat sich an der vorderen Seitenfläche der Wirbelsäule eine Vena azygos oder Hemiazygos gefüllt, welche in die Subclavia anterior mündet, wo sie sich mit der Jugularis communis anterior vereinigt. An dem linken Individuum war von den betreffenden Venen an der vorderen Seitenfläche der Wirbelkörper Nichts zu bemerken und an der hinteren konnte, ohne das Präparat zu zerreissen, Nichts darüber ermittelt werden.

(Schluss folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

Die ganzen Figuren haben genau ein Drittel der natürlichen Grösse. *R* und *L* bedeuten rechtes und linkes Individuum.

Fig. 1.

Die noch unversehrte Missgeburt von der linken Seite gezeichnet. *B* das dritte Bein in etwas anderer Stellung; *1 2* die beiden Doppelzehen an dem Fuss des dritten Beins.

Fig. 2 und 3.

Vorder- und Hinteransicht der Missgeburt mit eingezeichneten Skelettheilen (auf Fig. 2 ist ausserdem die Lage der 4 Musculi sternocleidomastoidei durch punktirte Linien angegeben).

a vorderes Brustbein,
x Manubrium desselben,
b hinteres Brustbein,
y Knorpelstück, wahrscheinlich Manubrium desselben,
cc' vordere linke und rechte Clavicula,
dd' vordere linke und rechte Scapula,
e intermediäre unpaarige Clavicula,
ff' linke und rechte hintere Scapula,
gg' Acromion derselben,
h einfacher Humerus,
i einfacher Radius,
k einfache Ulna,
} der dritten oberen Extremität.
ll' vordere Hüftbeine,
m vordere Symphyse,
nn' hintere Hüftbeine,
o hintere Symphyse,
p Femur des dritten Beins,
p' kugelförmiges Knochenstück, Rudiment eines zweiten Oberschenkelkopfes,
q einziger Unterschenkelknochen (Tibia) des dritten Beins.

Fig. 4.

Darstellung des Gefässsystems der Doppelmissgeburt.

A. A' Ventrikelherzen,
B verschmolzene Vorhofherzen,
C Zwerchfell.

Arterien.

aa' Arcus aortae,
bb' Arteria pulmonalis mit Ductus Botalli und vorderem und hinterem Lungenast,

k obliterirter aufsteigender Theil des Arcus aortae des rechten Individuums,
cc' Carotis communis posterior,
dd' Carotis communis anterior,
ee' Subclavia anterior,
ff' Subclavia posterior,
g Axillaris des dritten Arms aus den anastomosirenden Subclaviae posteriores beider Individuen hervorgehend,
hh' Aorta thoracica,
ii' Aorta abdominalis,
mm' Coeliaca,
nn' Mesenterica superior,
oo Renales des linken Individuums,
o' Renalis des rechten Individuums,
pp' Mesenterica inferior,
q Lumbalis oder Ischiadica für das dritte Bein,
r Hypogastrica des linken Individuums und einzige Umbilicalis.
r' Hypogastrica des rechten Individuums.
ss' Cruralis der normalen vorderen Beine.

Venen.

1.1.' Cava superior anterior.
2. Cava superior posterior,
3.3.' Jugularis communis anterior,
4.4.' Subclavia anterior,
5.5.' Jugularis communis posterior,
6.6.' Cava inferior,
7.7.7.' Renales,
8.8.' Vena portae,
9. Vena umbilicalis,
10. Venae hepaticae.

Ueber die Empfindlichkeit des Rückenmarkes gegen elektrische Reizung.

Von

Hermann Engelken, Med. Stud.

Mit einer einleitenden Bemerkung von A. Fick.

Zwei verschiedene Wege kann und muss die physiologische Forschung nehmen, um ihrem Endziele, der mechanischen Erklärung der Lebenserscheinungen, sich zu nähern. Wenn auch diese beiden Wege sich vielfach kreuzen, begegnen und streckenweit zusammengehen, so entsprechen sie doch im Grossen und Ganzen verschiedenen Geistesrichtungen, so dass wir diesen Forscher vorwiegend auf dem einen, jenen vorzugsweise auf dem andern wandeln sehen. Die eine Richtung der physiologischen Forschung — welche von den neueren deutschen Physiologen vorzugsweise vertreten wird — geht darauf aus zunächst die Grundeigenschaften der thierischen Elementartheile zu erkennen. Wären diese vollständig erkannt, so würde mit Hülfe der Anatomie das ganze Leben des complicirtesten Organismus zu construiren sein. Die andere in Rede stehende Richtung — welcher besonders die französischen Physiologen huldigen — geht scheinbar directer auf das gemeinsame Ziel los. Sie beobachtet die Vorgänge am ganzen lebenden Thier entweder unter vollständig normalen oder unter abweichenden durch den Versuch gesetzten Bedingungen. Es wird irgend ein Eingriff gemacht, ein Organ entfernt, ein Nerv durchschnit-

ten, ein Gift gegeben u. s. w., und nun wird beobachtet, welche Erscheinungen auftreten. Natürlich werden aus derartigen Beobachtungen auch oft Schlüsse in Betreff der Grundeigenschaften von Elementartheilen hergeleitet. Solche Schlüsse stimmen dann oft nicht zusammen mit den Generalisationen, welche die andere Richtung aus ihren Versuchen an isolirten Elementartheilen derselben Art folgern zu können glaubte.

Es will uns fast scheinen, als ob mancher Jünger der zweiten Richtung mit besonderer Vorliebe die Gelegenheit ergriffe, die Allgemeinheit der auf dem ersten Wege gefundenen Sätze anzuzweifeln und womöglich zu widerlegen.

Solcher Widerspruch zwischen den Resultaten der beiden Richtungen kann natürlich nur scheinbar sein. Wenn ein Elementargebilde seine anderweit gefundenen Grundeigenschaften bei Versuchen am ganzen Thiere nicht zu erkennen giebt, so muss, wofern wir es überall mit diesem Gebilde zu thun haben, nur die besondere anatomische Lagerung desselben im Thier daran Schuld sein, dass die in Folge seiner Grundeigenschaften zu erwartende Wirkung nicht zur Beobachtung kommen kann.

Einer der merkwürdigsten Fälle des Widerspruches zwischen den Ergebnissen der Forschung auf den beiden oben bezeichneten Wegen liegt vor in der öfters ventilirten Frage nach der Reizbarkeit der Rückenmarksstränge, insbesondere der Vorderstränge. Einige hervorragende Vertreter der zweiten Richtung haben bekanntlich die Reizbarkeit der Vorderstränge des Markes in Abrede gestellt, und damit eine der festest gegründeten Generalisationen der allgemeinen Nervenphysiologie in Zweifel gezogen, nämlich den Satz: Jede Nervenfaser ist reizbar. Wenn sich auch, soviel wir wissen, die Vertreter der ersteren Richtung nicht ausdrücklich in der Controverse ausgesprochen haben, so glauben wir doch nicht zu irren, wenn wir annehmen, alle diese Physiologen würden nur mit äusserstem Widerstreben die Nichtreizbarkeit der Rückenmarksstränge anerkennen, und jeder Beitrag zur Kritik der Beweise für die Nichtreizbarkeit der Markstränge wird ihnen willkommen sein. Ich habe daher einen meiner Schüler, Herrn Engelken, ver-

anlasst, die einschlägigen Versuche mit einigen neuen Modificationen zu wiederholen. Die Resultate, die meiner Ansicht nach vollständig entscheiden, sind auf den folgenden Blättern mitgetheilt.

Durch Van Deen wurde in mehreren Arbeiten, deren letzte im Jahre 1860 erschien, im Gegensatze zu allen bisherigen Ansichten über die Reizbarkeit des Rückenmarkes, die Behauptung aufgestellt, dass die Stränge desselben für keine anderen Reize als die organischen empfindlich seien.

Auch Schiff schloss sich dieser Behauptung in Betreff der Vorderstränge an; er sagt: „aber auch die Längsfasern der weissen Vorderstränge sind kinesodisch, obgleich dieselben schon oft für motorisch erklärt wurden.“ Von den Hintersträngen sagt derselbe nur, dass ihre Empfindlichkeit weniger ausgesprochen sei, als die der hinteren Wurzeln.

Van Deen's und Schiff's Behauptungen erregten mit Recht das grösste Aufsehen, widersprachen sie doch der ganzen bisherigen Anschauungsweise, und stürzten sie doch alle Erfahrungsgrundsätze der allgemeinen Physiologie in Betreff dieses Punktes über den Haufen! — Es ist deshalb höchst auffallend, dass die in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1866 mitgetheilte Arbeit Guttmann's die einzige zur Prüfung derselben vorgenommene blieb. Die genannte Guttmann'sche Arbeit wiederholt einfach die Versuche Van Deen's und bestätigt dessen Aussagen in allen Punkten. — Funke sagt über diesen Gegenstand in der neuesten Auflage seiner Physiologie bei Anführung der Van Deen'schen Versuche: „Dieses Factum ist bestätigt worden, ich selbst habe mich durch den Versuch davon überzeugt; der Versuch gelingt, sobald es gelingt die Fortpflanzung des Reizes auf Wurzelfasern zu verhüten, den Reiz auf die Marksubstanz zu beschränken.“

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Arbeit Van

Deen's, mit der wir die Guttmann'sche Wiederholung derselben zugleich absolviren können.

Van Deen gründete seine Behauptungen auf folgende Thatsachen in Beziehung auf die Vorderstränge. Er wendete sehr schwache Reize auf die Rückenmarksstränge an und fand, dass bei der Application derselben keine Zuckung in den Muskeln eintrat, die ihre Nerven von einer unterhalb der Reizungsstelle gelegenen Partie des Rückenmarkes erhalten. Dass seine Reize in der That sehr schwache waren, gesteht er selbst ausdrücklich für die elektrischen zu. Ein mechanischer Reiz aber ist durchaus nicht messbar, und es ist ferner sehr wohl möglich, dass ein scheinbar intensiver Eingriff doch nur ein schwacher Reiz sei. Wird doch z. B. in allen Lehrbüchern der Physiologie der Versuch Fontana's beschrieben, dass rasche Durchschneidung eines N. ischiadicus oder selbst Quetschung desselben durch einen Hammerschlag den Nerven oft unerregt lässt. Es ist daher wohl gerechtfertigt zu behaupten, dass seine negativ ausgefallenen Versuche, die er als die gelungenen bezeichnet, stets nur solche waren, in denen ein schwacher Reiz angewendet wurde. Dass aber ein schwacher Reiz, den man auf die Vorderstränge applicirt, die Muskeln nicht leicht zur Zuckung veranlasst, ist sehr einfach durch den Umstand erklärlich, dass die Erregung eine Anzahl Ganglienzellen passiren muss, von welchen aus sie sich auf mehrere Fasern vertheilt. Man kann füglich auch noch daran denken, dass bei Reizung des Rückenmarkes Hemmungsfasern mitgetroffen werden. Die Angabe Guttmann's, dass bei Ritzung der Rückenmarksoberfläche mit einer spitzen Nadel nur an den Stellen Reizungserfolg beobachtet wird, wo Wurzeln in das Mark eintreten, hingegen die Stellen zwischen je zwei Wurzeln für den Eingriff unempfindlich seien, erklärt sich eben hieraus. Der schwache Reiz vermag wohl die Wurzeln so zu afficiren, dass Muskelbewegung dadurch eintritt, ist aber nicht ausreichend für eine zur Erzeugung von Muskelzuckung hinlänglich starke Erregung der Rückenmarkssubstanz; denn, wie gesagt, es muss eben eine Strangfaser in viel intensiverem Erregungszustand sein, wenn

ein Muskel zucken soll, als eine Wurzelfaser, welche direct in den Muskel hineingeht. —

Für entscheidende Versuche über die Reizbarkeitsfrage müssen wir demnach vor allen Dingen die Forderung hinstellen, dass in denselben der elektrische Reiz angewendet werde; nur dieser ist messbar, nur dieser kann in jeder beliebigen Stärke erhalten werden, nur dieser gestattet daher eine genaue Controlirung.

Zu der vorliegenden Frage ist es aber nun keinesweges nothwendig, sich auf ganz schwache elektrische Reize zu beschränken, da der Verdacht Van Deens', der immer Stromschleifenbildung und dadurch bedingte directe Reizung der Wurzeln für die hinteren Extremitäten fürchtet, mit der grössten Leichtigkeit durch Controlversuche und anderweitige Betrachtungen ausgeschlossen werden kann.

Für eine endgültige Entscheidung der vorliegenden Frage wurden nun auf Anregung meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Fick's, und unter seiner Leitung, wofür ich ihm hier meinen herzlichsten Dank ausspreche, von mir folgende Versuche angestellt:

Versuch I.

Das Rückenmark eines Frosches wurde am Ende der Rautengrube durchschnitten und der Kopf des Thieres entfernt. Zur Reizung bedienten wir uns des inducirten Stromes, bestehend aus einem Bunsen'schen Elemente, in Verbindung mit dem Schlittenapparate von du Bois-Reymond, der nach der Stromstärke graduirt war, zu welchem Zwecke wir eine bestimmte Stromstärke als Einheit angenommen. Zwei sehr feine, und auf einen Abstand von etwa 0,5 Mm. einander genäherte, parallelliegende Nadeln dienten als Elektroden. Derselbe Apparat wurde auch in allen unsern späteren Versuchen angewendet.

Die Elektroden wurden an verschiedenen Stellen des Rückenmarksquerschnittes angelegt und beobachtet, bei welcher Stromstärke Bewegungen der hinteren Extremitäten des Versuchsthieres eintraten.

Wir fanden nun erstens, dass, wenn Bewegungen eintraten, dieselben geordnete waren. Dieser Umstand schliesst eigentlich schon an sich den Verdacht vollkommen aus, dass in diesem Falle Stromschleifen, welche die Wurzeln des Ischiadicus erreicht, diese Bewegungen konnten veranlasst haben.

Zweitens wurde aber auch gefunden, dass stets kleinere Stromstärken für den Eintritt eines Reizungserfolges erforderlich waren, wenn die Elektroden an die Vorderstränge als wenn sie an die Hinterstränge angelegt wurden. Dieser Umstand schliesst den ebenfalls so oft ausgesprochenen Verdacht aus, es möchten hier Reflexbewegungen vorliegen. Denn, wäre Letzteres der Fall, so müssten dieselben weit eher entstehen, wenn man die Elektroden an die Hinterstränge als wenn man sie an die Vorderstränge applicirt.

Um schliesslich noch direct den Verdacht von wirksamer Stromschleifenbildung auszuschliessen, die die Wurzeln des Ischiadicus erreiche, wurde ein Controlversuch angestellt, indem wir das Rückenmark eine Strecke weit unterhalb der Reizungstelle durchschnitten und dann die Versuche wiederholten. Es trat bei gleichen Strömen nie Bewegung ein, dieselbe erfolgte vielmehr erst bei den stärksten Strömen, die erzeugt werden konnten.

Versuch II.

Dieser Versuch ist eine Copie des Van Deen'schen Hauptversuches.

Das Rückenmark wird von hinten her blosgelegt, aus dem Wirbelkanale nach Durchschneidung sämmtlicher Wurzeln, mit Ausnahme der den hinteren Extremitäten angehörenden, herausgehoben, die ganze vordere Hälfte des Versuchsthieres entfernt, und somit nur der hintere Theil nebst dem Rückenmark übrig gelassen. In unsern Versuchen wurde auch noch das Hirn nebst dem verlängerten Marke entfernt. Reizten wir nun den obersten Marktheil, so erhielten wir immer bei hinlänglicher Stromstärke die obigen geordneten Bewegungen der hinteren Extremitäten des Versuchsthieres.

Van Deen giebt selbst zu, dass in einigen seiner Versuche

von ihm der gleiche Erfolg beobachtet sei, wie wir ihn eben mittheilen, erklärt diese Thatsache aber mit der ganz willkürlichen Annahme: es müssten hier Fasern der Wurzeln des Ischiadicus bis in den obersten Marktheil hinaufreichen. Es liege hier eine directe Reizung des Ischiadicus vor. Es müsse ferner die Anzahl dieser Fasern eine sehr geringe sein, da chemische und mechanische Reize, die keine Erschütterung verursachten, nicht im Stande seien, solche Bewegungen hervorzurufen. Dieses Factum der Bewegung könne aber die Nichtreizbarkeit keinesweges in Frage stellen, bestätige sie vielmehr; denn, wenn die Centraltheile nach Art der Nerven auf elektrische Reize reagirten, so müsste die Bewegung eine viel ausgedehntere sein.

Dass das Rückenmark nicht nach Art der Nerven auf elektrische Reize reagirt, geben wir natürlich mit Freuden zu, können aber unmöglich gelten lassen, dass Van Deen nachher aus dieser Thatsache den Schluss zieht, das Rückenmark sei vollkommen unempfindlich für die elektrische Reizung.

In den Versuchen Van Deen's, sowie in der Guttmann'schen Wiederholung derselben wurden vor Allem viel zu schwache elektrische Ströme benutzt; und wenn einmal ein etwas empfindlicheres Präparat auch auf diese unzweifelhaft reagirte, so prüften beide Forscher nicht etwa, ob ihr Verdacht auf Schlingenbildung auch berechtigt sei, was doch so einfach hätte geschehen können, sondern sie erklärten einfach den Versuch für misslungen, oder nahmen lieber zu der unberechtigten obigen Annahme ihre Zuflucht. —

Auch in diesen Wiederholungen des Van Deen'schen Versuches schlossen wir den Verdacht einer directen Reizung der Wurzelfasern des Ischiadicus durch Stromschleifen aus, mittelst einer controlirenden Durchschneidung des Markes.

Um aber a fortiori auch noch schliessen zu können, wurde dem isolirten Marke noch gute Leitermasse hinzugefügt, indem wir über den Schnitt ein Stück der Leber des Thieres legten.

In dem Versuche Van Deen's ist aber der Verdacht der

Reflexnatur der Bewegungen nicht ausgeschlossen, indem an dem Präparate noch die hinteren Wurzelstümpfe nebst der zugehörigen grauen Substanz erhalten waren. Um daher ein vollständig allen Anforderungen entsprechendes Präparat zu haben, bedienten wir uns noch einer anderen Zubereitung unseres Versuchsthieres.

Versuch III.

Das Rückenmark wird blosgelegt, an dem unteren Ende der Med. oblong. durchschnitten, seine hintere Partie, d. h. die Hinterstränge und ein grosser Theil der grauen Substanz in einer Ausdehnung von ca. 6—10 Mm. abgetragen. Es bleiben somit blos die Vorderstränge und vielleicht ein kleiner Theil der grauen Substanz nebst einem Theil der Seitenstränge übrig.

Durch diese Operation wurde also die Möglichkeit des Reflexes vollkommen beseitigt.

Legten wir nun, nachdem noch der Kopf des Thieres nebst den vorderen Extremitäten entfernt war, vorn an die Vorderstränge die Elektroden an, so gab es stets eine bestimmte Stromstärke, bei welcher Bewegungen der hinteren Extremitäten auftraten. Diese stets erfolgenden Bewegungen waren, wie bereits oben angeführt wurde, geordnete.

Auch hier wurde sodann der Verdacht der Stromschleifen durch die Wurzeln des Ischiadicus, resp. durch hintere, den Reflex erregende Wurzeln unterhalb der verstümmelten Rückenmarksstelle durch den Controlversuch ausgeschlossen.

Wir durchschnitten das Rückenmark in der Quere innerhalb dieser verstümmelten Partie und erhielten bei gleicher Stromstärke keine Bewegung der Beine mehr. Um letztere zu erzielen, musste die Stromstärke in colossalem Massstabe gesteigert werden, bis die Stromschleifen in den intacten Theil des Rückenmarkes hinlänglich kräftig gelangten, um Bewegung zu erzielen.

Wir lassen hier einige Zahlenangaben folgen, wie sie in unseren Versuchen sich darstellten.

Ad Versuch II.

Präparat Van Deen's.

a. 1. Reizung des unteren Theils der Med. oblong. und
a. des oberen Theils der Med. spinalis.

	Anlegung der Elektroden an:	
Stromstärke	Vorderstränge	Hinterstränge
20	Leichte Zuck. d. hint. Extr.	0
40	Starke Zuck. d. hint. Extr.	Schw. Zuck. d. hint. Extr.
80	Starke Zuck. aller Muskeln des Präparates.	„ „ „

2. Nach controlirender Durchschneidung:

Stromstärke	Vorderstränge	Hinterstränge
20	0	0
40	0	0
80	0	0

Die Zuckungen treten erst ein, wenn man bei gleicher Reizstärke (80) $1^1/_2$ Cm. näher der Lendenanschwellung die Elektroden applicirt.

---

b. Derselbe Versuch mit folgender Control-Durchschneidung. Gleiches Präparat und gleiche Reizungsstelle.

	Anlegung der Elektroden an:	
Stromstärke	Vorderstränge	Hinterstränge
20—10	Starke Bew. d. hint. Extr.	0
10	„	0
9	„	0
8	Etwas schwächere Bewegung.	0
7	„	0
6	„	0
5	Geringe Bewegung.	0
4	„	0
3	„	0
2	0	0

Ad Versuch III.

Reizung der Vorderstränge im oberen Theil des Rückenmarkes nach Entfernung der Hinterstränge.

Stromstärke	Vorderstränge
9	Deutliche Bewegung der hint. Extrem.
8	„
7	„
6	Geringere Bewegung der hint. Extrem.
10	Starke Bewegung.
20	Sehr heftige Bewegung.

Nach controlirender Durchschneidung innerhalb der blosgelegten Partie der Vorderstränge:

Stromstärke	Vorderstränge
1200	Geringe Zuckung der hint. Extrem.

Kleinere Werthe der Stromstärke geben keinen Erfolg.

Schliesslich wurde derselbe Versuch auch noch am Kaninchen gemacht. Das Einschneiden der Hinterstränge rief heftige Muskelzuckungen des ganzen Thieres und lautes Schmerzgeschrei hervor.

Nach Entfernung der Hinterstränge wurde der oberste Theil der blosliegenden Vorderstränge, der noch in Verbindung mit der Med. oblong. und dem Hirn war, durch Anlegung der Elektroden gereizt.

Stromstärke	Vorderstränge
50	Starke Bewegung der hinteren Extrem.
100	„
200	Sehr heftige Bewegungen d. hint. Extrem.

Sodann wurden die blosgelegten Vorderstränge an der dem Hirne nächsten Stelle dicht unterhalb der Rautengrube von der Med. oblong. durch Schnitt getrennt, und bei Wiederholung der Reizung zeigte sich eine weit heftigere Reaction, so dass jetzt bei Stromstärke 50 gleich starke Bewegungen eintraten, wie vor der Aufhebung des Zusammenhanges mit dem Hirne bei Stromstärke 100.

Jetzt wurde die controlirende Durchschneidung der blosgelegten Vorderstränge wie im vorigen Versuche gemacht, und

selbst bei einer Stromstärke von 700 erfolgte auf die Reizung noch nicht die geringste Bewegung der hinteren Extremitäten des Thieres.

Auch diese zweite Durchschneidung rief wieder allgemeine Zuckungen hervor.

Es wurde bei Gelegenheit der Abtragung der Hinterstränge noch der Versuch Vulpian's wiederholt, der die aus der Verbindung mit den darunter liegenden Vordersträngen getrennten, nur noch mit Gehirn durch ihr vorderes Ende in Zusammenhang stehenden, Hinterstränge, die nach vorn zurückgelegt waren, mittelst einer Pincette quetschte, wobei auch wir heftige Reaction durch Schmerzgeschrei und Muskelzuckungen des Thieres beobachteten; ein hinreichender Beweis für die von Van Deen und Guttmann allein geleugnete, von Schiff und anderen Forschern aber stets behauptete Reizempfindlichkeit der Hinterstränge.

Auch hier gilt, was wir über alle Versuche Van Deen's und Guttmann's gesagt haben: die von ihnen benutzten Reize waren zu schwach.

Schliesslich können wir noch darauf aufmerksam machen, dass die hier vertretene Ansicht eine bedeutende Stütze findet durch das, was neulich von Helmholtz bei seinen Versuchen über den Muskelton gefunden wurde.

Nach diesen ist der Ton, den der Muskel bei Reizung seines Nerven mittelst des inducirten Stromes giebt, nicht der natürliche Muskelton, sondern ein Ton von so viel Schwingungen, als die Zahl der Inductionsströme beträgt, welche direct den Muskel oder seinen Nerven durchfliessen. Der natürliche Muskelton entsteht dagegen, wie du Bois-Reymond zuerst bemerkte (S. Ber. d. Berl. Acad. 1859. März 31), durch Erregung des Rückenmarkes mittelst des inducirten Stromes, wobei die Zahl der Schwingungen stets 18 bis 20 ist, ganz unbeeinflusst von der Zahl der Inductionsströme.

Wir sind somit am Schlusse unserer Untersuchungen angelangt und fassen das Resultat derselben noch einmal kurz zusammen:

Die Vorderstränge des Rückenmarks sind ebenso gut reizbar, wie jede andere Nervenfaser.

Dasselbe gilt von den Hintersträngen.

In Betreff der grauen Substanz wurden von uns keine Versuche angestellt wegen der Kleinheit des Rückenmarkes bei den uns zu Gebote stehenden Versuchsthieren. Es bleibt anderen Untersuchungen vorbehalten, die Frage zu entscheiden, ob dieselbe wirklich, wie von den neuesten Physiologen angenommen wird, für anorganische Reize unempfindlich sei oder nicht.

Zürich, 1. März 1867.

Ueber die Gelenke an der Rücken- und Afterflosse der Teuthies C. Val.

Von

Dr. W. Dönitz.

(Hierzu Taf. VII. A.)

Die Teuthies bilden eine durch viele Eigenthümlichkeiten sich auszeichnende, wohl begrenzte natürliche Familie unter den Fischen, vorzüglich wenn man, wie z. B. Günther es gethan hat, das Genus Amphacanthus davon ausscheidet. Es bleiben dann die Genera Acanthurus, Acronurus, Naseus, Prionurus und Keris (?) übrig, die Günther unter dem Namen der Acronuridae zusammenfasst.

Viele von den Eigenthümlichkeiten der Acronuridae sind nur ungenügend bekannt; so das Gelenk der ersten Strahlen der Rücken- und Afterflosse, das bisher nur sehr oberflächlich beschrieben wurde.

Zur Articulation mit den Flossenstrahlen dienen die Flossenträger, welche bei den Teuthies eine hintere breitere und eine vordere schmälere Lamelle tragen. Diese Lamellen verbinden sich unter einander, so dass sie eine, mitunter durch Lücken unterbrochene knöcherne Scheidewand zwischen der Musculatur der beiden Seiten des Körpers bilden. Gewöhnlich schiebt sich am Thorax nur ein Flossenträger zwischen je zwei obere Dornfortsätze; doch kommen hin und wieder, z. B. bei Naseus, zwei Flossenträger in einem Interspinalraum vor. Dagegen kann auch einmal ein Flossenträger ausfallen, wie ich

an einem Skelet von Acanthurus velifer (Anatom. Museum Nr. 6730) sehe, wo der zwischen dem 3. und 4. Dornfortsatz zu erwartende Flossenträger fehlt. Die Lücke wird durch Aneinanderrücken der benachbarten Dornen und Flossenträger ausgefüllt. In der hinteren Abtheilung der Rückenflosse finden sich gewöhnlich zwei Flossenträger in einem Interspinalraum, an der Afterflosse drei bis vier, bei Naseus sogar sechs bis sieben im ersten und im letzten Interspinalraum derselben.

Prionurus scalprum weicht hierin von den übrigen Acronuridae, die ich untersucht habe, insofern ab, als er vor dem ersten Flossenträger noch ein Analogon eines solchen trägt. Es ist ein nach der Kante hakenförmig gebogenes Knochenblatt, welches unmittelbar hinter der Crista occipitalis dem Hinterhaupt aufsitzt, mit dem es durch Bandmasse beweglich verbunden ist. Die Spitze des Hakens ist nach vorn gerichtet und grösstentheils unter der Spitze des ersten Flossenträgers verborgen (Fig. 6*b* und Fig. 3*c*).

Die ersten Flossenträger besitzen nicht allein vordere und hintere, sondern auch seitliche, lamellenartige Verbreiterungen, wodurch die Ursprungsfläche der die Flossen bewegenden Muskeln noch vergrössert wird. Diese seitlich scharf vorspringenden Leisten enden peripherisch in einen massiven Fortsatz, auf dem die Flossstrahlen eingelenkt sind. Die hinteren Lamellen verbreitern sich an ihrem peripherischen Ende plötzlich zu einer viereckigen Platte, welche unter der Haut des Rückens gelegen ist. Diese Platte wird noch jederseits durch eine schwächere Leiste gestützt, welche von der hinteren Lamelle entspringt und wie ein Strebepfeiler sich an die Platte anlehnt (Fig. 1*d*). Die Platten liegen eine hinter der andern, so weit sich die Flossenträger erstrecken, aber sie berühren einander nicht; es bleibt vielmehr zwischen je zwei Platten eine grössere Lücke an der Stelle, wo der betreffende Flossenstrahl dem Träger aufsitzt. Jede Platte sendet von ihren vier Ecken vier Fortsätze aus, von denen zwei nach vorn, zwei nach hinten gerichtet sind. Die vorderen Fortsätze sind mit den Gelenkköpfen an der Spitze der seitlichen Leisten durch ein Band verbunden, welches häufig an den vorderen Flossenträgern ver-

knöchert. Die Folge davon ist das Zustandekommen eines Loches, von dem Gelenkkopf, der hinteren Lamelle und der viereckigen Platte gebildet. Diese Löcher sind dazu bestimmt, die Sehnen der Muskeln durchtreten zu lassen, welche die Flossen zurücklegen.

Die beschriebene Einrichtung findet sich nur an den vorderen Flossenträgern, und hier noch mit Ausnahme des später zu beschreibenden ersten. Weiter hinten, bei Naseus unicornis C. V. (Nr. 5530) z. B. am siebenten Flossenträger, begiebt sich die seitliche Leiste nicht zum Gelenkfortsatz, sondern wendet sich nach dem erwähnten Strebepfeiler, in den sie sich continuirlich fortsetzt. So kommt es, dass die Löcher, welche vorher hinter der Seitenleiste lagen, sich nun vor derselben finden (Fig 1*e*).

Noch weiter nach hinten hört die knöcherne Verbindung zwischen dem Gelenkkopf und dem vorderen Fortsatz desselben Flossenträgers auf, und damit fehlt dann auch das Loch. Die Muskeln ziehen dann frei nach den Strahlen.

Damit ist die Eigenthümlichkeit der Flossenträger noch nicht erschöpft. Die Platten schicken von ihren vorderen und hinteren Kanten je einen in der Medianebene gelegenen Fortsatz aus. Vorn vereinigen sich je zwei solcher Fortsätze und überbrücken gewissermassen die Lücke zwischen zwei Platten. Mehr gegen den Schwanz hin erreichen die Fortsätze einander nicht, sie lassen eine Lücke zwischen sich (Fig. 8*gh*). Weiterhin verkümmert der hintere Fortsatz bis zum Verschwinden, und endlich verschwindet auch der vordere. Mit diesen Fortsätzen sind die Flossenstrahlen wie zwei Glieder einer Kette verbunden. Die Strahlen sind nämlich an ihrer Basis von vorn nach hinten durchbohrt, und durch dieses Loch sind die beiden (verschmolzenen oder getrennten) Fortsätze hindurchgesteckt. An den hinteren Partien der Flossen fehlt den Strahlen das Loch; an dessen Stelle ist dann vorn an der Basis des Strahls ein Grübchen getreten, welches bei starker Erection der Flosse den allein noch vorhandenen vorderen Fortsatz aufnimmt.

Die Bedeutung des Kettengelenkes scheint die zu sein, dass es die seitliche Abweichung der Strahlen behindert, denn die

beiden Drehungspunkte an den seitlichen Gelenkköpfen und ein beliebiger Punkt der Peripherie der durch den Strahl hindurchgesteckten Brücke sind immer im Dreieck zu einander gelegen, und da das Lumen des Loches im Strahl nur eben so weit ist, um diese Brücke durchtreten zu lassen, so ist eine seitliche Bewegung der Strahlen nur innerhalb sehr enger Grenzen möglich.

Solche Kettengelenke sind an Fischskeleten gar nichts Seltenes. Zuerst wurden sie an dem Worms'schen Knochen von Ephippus gigas beobachtet[1]). Cuvier und Valenciennes fanden sie auch bei anderen Fischen, hauptsächlich Siluroiden, und ich kann hinzufügen, dass diese Art der Verbindung zwischen Flossenträger und Strahl fast in allen Familien der Fische vorkommt. Gewöhnlich ist das Kettengelenk auf die ersten Strahlen der Rücken- und Afterflosse beschränkt, wobei keineswegs die etwanigen Flossenstacheln berücksichtigt sind. Wenn die Flosse mit einer längeren Reihe von Stacheln beginnt, so hört an den hinteren gewöhnlich das Kettengelenk auf. In seltenen Fällen nur besitzt eine Flosse eine grössere Anzahl solcher Gelenke. So sehe ich an dem Skelet eines Labrus gibbus (Cossyphus?) (Nr. 6383) neun Kettengelenke in der Rückenflosse, dagegen in der Afterflosse wieder nur drei. Dabei fällt es auf, dass der letzte mit einem solchen Gelenk versehene Flossenträger zugleich der erste von denjenigen ist, welche an ihrer Spitze einen liegenden, hohlen, nach hinten sich dütenförmig erweiternden Anhang tragen, der, zum nächsten Flossenträger hinziehend, sich mit diesem nicht direct verbindet, sondern mit Hülfe eines ungefähr kugeligen Schaltknochens, welcher den nächstfolgenden Strahl trägt. Diese Bildung wiederholt sich bis zum letzten Strahl.

Ich habe bisher die kettenartige Verbindung zwischen Flossenträger und Strahl der Kürze wegen Kettengelenk genannt, bemerke aber ausdrücklich, dass ich mich noch nicht davon überzeugen konnte, dass es ein wahres, von einem Kapselbande

---

1) Gotthelf Fischer. Reil's Arch. IV. 1800. Benjaminus Wolf. De osse peculiari Wormio dicto. Diss. inaug. Berol. 1824. p. 11.

eingeschlossenes Gelenk sei. Wahrscheinlich ist es mir, dass nur ein kleiner Abschnitt der beiden Kettenglieder im wahren Sinne des Wortes zu einem Gelenk verbunden ist.

Eine eigenthümliche Modification der Kettenverbindung besitzen einige Species aus dem Genus Amphacanthus. In das Loch des ersten Flossenträgers, durch welches der erste Flossenstrahl gesteckt ist, springt ein Höckerchen vor. Hinter diese Prominenz gleitet die durch das Loch gesteckte Brücke des Strahls bei starker Erection desselben. Dann steht der Strahl fest, und mit ihm die ganze Flosse; doch genügt eine verhältnissmässig geringe Kraft, ihn wieder zurückzulegen. Dieses Höckerchen habe ich bei Amphacanthus abhortani C. Val. beobachtet (Fig. 8*c*). Bei Amph. virgatus (Nr. 11819) gelang es mir, den ersten Strahl der Afterflosse festzustellen und beim Zurückschlagen des Strahles das Gleiten desselben über ein Höckerchen zu fühlen. Da man aber, um des letzteren ansichtig zu werden, das Gelenk zerstören muss, so gab ich die weitere Untersuchung auf.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der Amphacanthi besteht darin, dass einige von ihnen eine Vorrichtung besitzen, welche das seitliche Ausweichen des ersten Strahles hindert. Da nämlich auf den Gelenkköpfen an der seitlichen Leiste des ersten Flossenträgers der zweite Strahl articulirt, so muss für den ersten Strahl noch ein besonderer Gelenkfortsatz an der vorderen Lamelle vorhanden sein. Dieser Fortsatz, in unmittelbarer Nähe des eben beschriebenen Loches gelegen, ist bald niedrig, bald blattartig verlängert (Fig. 8*b*). Ist letzteres der Fall, so trägt der erste Strahl an seiner Basis ein Paar scharf vorspringende Leisten, welche sich zwischen den eben erwähnten blattartigen Gelenkfortsätzen des Flossenträgers wie zwischen zwei Schienen bewegen. Schienen am Flossenträger und Leisten am Strahl sah ich bei Amphacanthus rivulatus (Nr. 6386) und bei Amph. abhortani (Fig. 8*b* und 9). Dagegen wurde beides bei Amph. virgatus (Nr. 11819) vermisst.

Das Gelenk am ersten Flossenstrahl der Rücken- und der Afterflosse zeigt bei den Acronuridae eine für diese Familie ganz charakteristische Bildung. Die seitliche Leiste trägt auch

hier, wie an den anderen Flossenträgern, an ihrem peripherischen Ende einen Gelenkkopf, auf dem der zweite, immer sehr starke Strahl articulirt. Dagegen weicht die vordere Lamelle in ihrem Bau wesentlich von denen der folgenden Flossenträger ab. Sie zerfällt peripherisch in zwei hinter einander gelegene Abtheilungen, die durch einen tiefen, sichelförmigen Einschnitt geschieden sind. Die vordere Abtheilung geht in eine liegende, dreikantige, nach vorn gerichtete Spitze über, welche unter der Haut verborgen liegt (Fig. 3 *d* und Fig. 6 *c*). Die Länge derselben wechselt an der Rückenflosse je nach Genus, Species und vielleicht auch Alter. An der Afterflosse ist die Spitze nur angedeutet oder fehlt gänzlich, während sie bei den Amphacanthi gerade hier ungemein lang ist (Fig. 8 *c*), so dass sie sich sogar mit den ebenfalls stark verlängerten sogenannten Ossa coracoidea verbindet. — Der hintere Abschnitt der Lamelle des ersten Flossenträgers der Acronuridae bildet eine nach den Seiten des Fisches orientirte Scheibe (Fig. 3 *e*). Derjenige Theil der Scheibenperipherie, welcher den sichelförmigen Ausschnitt von hinten her begrenzt, scheint ein Abschnitt einer Spirale zu sein, deren Lauf auf der Höhe der Scheibe plötzlich durch einen kleinen Einschnitt unterbrochen wird (Fig. 3 *f*). Dahinter setzt sich die Scheibe noch weiter fort, nur bildet die Peripherie hier eine andere Curve, die sich mehr einem Kreisbogen nähert. Bei Acanthurus und Prionurus ist dieser hintere Abschnitt der Scheibe viel kleiner als der vordere (Fig. 3 *e'* und 2). Bei Naseus hingegen sind beide ziemlich gleich gross (Fig. 1). Der spiralige Abschnitt der Scheibe ist an der Peripherie fein gekerbt. Ausserdem sendet er jederseits einen queren Fortsatz aus (Fig. 3 *g*), der mit entsprechenden Fortsätzen des ersten Strahls articulirt. Oberhalb dieses Gelenkfortsatzes (an der Afterflosse unterhalb) zeigt die Scheibe jederseits eine seichte Depression (Fig. 3), bestimmt, eine kleine Anschwellung am Gelenkfortsatz des ersten Strahles aufzunehmen (Fig. 4 *a*).

Hinter dem zweiten Abschnitt der Scheibe liegt eine kleine Knochenbrücke, mit welcher der zweite Strahl zum Kettengelenk verbunden ist.

Der erste Strahl selbst (Fig. 4) ist durchschnittlich klein, bei Naseus sagar rudimentär (Fig. 1*h*) und unter der Haut verborgen, die an dieser Stelle wenig oder gar keine Schuppen enthält. Seine Basis wölbt sich kugelförmig über die Scheibe, indem sie dieselbe seitwärts mit zwei Lamellen umfasst. Bei Naseus besteht der Strahl nur aus dieser Kuppel (Fig. 1*h*). Von den hinteren Ecken der Basis gehen die beiden erwähnten Gelenkfortsätze ab (Fig. 4*b*), welche mit den Gelenkköpfchen der Scheibe articuliren. Ausserdem unterscheidet man an der Basis des Strahls einige Grübchen und Spitzchen, die Anheftungsstellen von Sehnen und Bändern. Die innere Kuppelwölbung, welche bei Bewegungen des Strahls über die gekerbte Peripherie der Scheibe gleitet, ist durchaus glatt.

Ungefähr an der Stelle, wo die Basis in den eigentlichen Strahl übergeht (Fig. 4*c*), entspringt ein breites Ligament, welches nach hinten ziehend sich an die Basis des zweiten Strahls heftet. Dieses bisher übersehene Band bedingt die schon früher gekannte Function dieses Gelenkes. Wenn man nämlich den ersten Strahl und damit die ganze Flosse aufrichtet, so kommt plötzlich ein Punkt, wo die Flosse erigirt stehen bleibt, auch wenn man sie sich selbst überlässt. Dieses Manöver lässt sich auch dann ausführen, wenn man sämmtliche Weichtheile bis auf das Ligament entfernt hat. Ist das Band indessen auf einer Seite durchschnitten, so gelingt die Feststellung der Flosse nicht mehr sicher, und sie bleibt ganz aus, wenn die Bänder auf beiden Seiten durchschnitten sind. Ist die Flosse einmal fixirt, so gelingt es nicht, selbst bei Anwendung nicht unbedeutender Gewalt, durch Druck oder Zug nach hinten die Flosse wieder umzulegen. Die einzige Möglichkeit, dies zu bewirken, besteht darin, dass man den zweiten Strahl ein wenig nach vorn zieht. Dann springt der erste Strahl von selbst zurück und die übrigen folgen ihm, indem nun die Elasticität der ausgespannten Flossenhaut zur Geltung kommt.

Der Mechanismus bei diesem Vorgang ist folgender. Indem man den ersten Strahl aufrichtet, bewegt sich seine Basis um die Peripherie der Scheibe. Die Drehungsachse scheint dabei nicht durch die seitlichen Gelenke, sondern durch die

Centra der seitlichen Depressionen der Scheibe zu gehen. Dabei wird der vordere Ansatzpunkt des Bandes von dem hinteren entfernt, das Ligament wird gespannt, um so mehr, als der zweite Strahl dem ersten nur bis zu einem bestimmten Punkte folgen kann. Einmal nämlich wird er von der elastischen Flossenhaut zurückgehalten, dann aber wird seiner Vorwärtsbewegung auch dadurch eine Grenze gesetzt, dass seine Basis an das hintere Ende des spiraligen Abschnittes der Scheibe stösst. Indem nun die Elasticität des Bandes und der Flossenhaut im Ganzen den zweiten Strahl nach hinten zieht, während der erste durch Muskelzug immer weiter um die Peripherie der Scheibe geführt wird, so muss einmal ein todter Punkt eintreten, an dem sich beide Kräfte das Gleichgewicht halten; die Flosse bleibt aufgerichtet stehen. Wenn der erste Strahl noch weiter aufgerichtet wird, so muss das elastische Band sogar in umgekehrtem Sinne wirken. Diese Wirkung bleibt indessen aus, weil nun der erste Strahl fest gegen die Scheibe gepresst wird und sich deshalb nicht weiter um dieselbe drehen lässt. Nähert man jetzt durch Vorwärtsbewegen des zweiten Strahles die Ansatzpunkte des Ligaments einander, so wird der erste Strahl wieder beweglich und das Band entfernt ihn vermöge seiner Elasticität von dem verhängnissvollen Punkte. Nun erst können die zum Zurücklegen der Strahlen dienenden Muskeln wirken.

Zur Ausführung der auseinandergesetzten Bewegungen sind die geeigneten Muskeln vorhanden. Zur Aufrichtung des ersten Strahls dient ein sehr starker Muskel (Fig. 7*a*), der von der vorderen Knochenlamelle des ersten Flossenträgers entspringt und sich an die Basis des Strahls heftet. Während alle übrigen Strahlen, wie es die Regel ist, einen entsprechenden Muskel zur Erection besitzen, fehlt ein solcher dem zweiten Strahl. Dagegen ist dieser mit einem ihm eigenthümlichen Muskel ausgerüstet (Fig. 7*b*), welcher im Spatium zwischen den Leisten der beiden ersten Flossenträger entspringt, sich über die Leiste des ersten hinwegschlägt und nun, mit veränderter Richtung von vorn und unten herkommend, sich an die Basis des zweiten Strahles inserirt. Es liegt auf der Hand, dass dieser Mus-

kel es ist, welcher durch seinen Zug das hemmende Ligament erschlafft. Aus dem Vorhandensein eines solchen Muskels, welcher die Hemmungsvorrichtung ausser Wirkung zu setzen vermag, wird man den Schluss ziehen dürfen, dass diese Fische auch im Leben ihre unpaaren Flossen feststellen können, nachdem sie diese durch Muskelwirkung aufgerichtet haben, und dass sie nachher die Flossen nach Belieben wieder zurückschlagen können. Ueber den Nutzen dieser Einrichtung kann man kaum Vermuthungen aufstellen.

Zum Schluss noch einige Worte über die Systematik der Teuthies C. Val. Das eigenthümliche Scheibengelenk, welches die Fixirung der aufgerichteten Rücken- und Afterflosse ermöglicht, kommt allen Acronuridae Günth., und nur diesen zu, muss demnach in den Familiencharakter aufgenommen werden.[1]). Auch bei dem suspecten Genus Keris C. Val. fand ich es. Herr Prof. Peters hatte die Güte, mir zu gestatten, ein Exemplar von Keris anginosus C. Val. (Zoolog. Mus. Nr. 5577) zu untersuchen. Ich fand denselben Bau wie bei Naseus, nämlich das Scheibengelenk mit einem rudimentären, ersten Strahl an der Rücken- und Afterflosse. Dies dürfte die schon mehrfach aufgestellte Vermuthung bestätigen, dass Keris nur ein Jugendzustand von Naseus ist.

Der Umstand, dass auch dem Genus Amphacanthus Bl. Schn. s. Teuthis L. das beschriebene Gelenk fehlt, zeigt, dass man recht gethan hat, es von den Teuthies C. Val. abzuzweigen. (Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass in einer vorläufigen Mittheilung über diesen Gegenstand in den Sitzungsberichten der Gesellschaft naturforschender Freunde 1866, 20. Nov., aus Versehen das gerade Gegentheil über die Stellung von Amphacanthus im System gesagt ist.)

1) Es wurden von mir folgende Fische untersucht: Teuthies Günth.: Amphacanthus abhortani C. Val. (Anat. Mus. 18145). Amph. virgatus (11819). Amph. rivulatus (6386). — Acronuridae Günth.: Acanthurus velifer (Rüppellii) (6730). Ac. lineatus (6199). Ac. matoides C. Val. (11785). Ac. niger (6388 a). Ac. nigrofuscus Forsk. (21589). — Acronurus argenteus (Zool. Mus. 1746). — Prionurus scalprum C. Val. (Anat. Mus. 14441). — Naseus unicornis C. Val. (5530). Nas. annulatus Bleek. (12945). — Keris anginosus C. Val. (Zool. Mus. 5577).

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Naseus unicornis (Anat. Mus. Nr. 5530). Theile der Rückenflosse. Es sind gezeichnet das Scheibengelenk am ersten und zweiten Flossenstrahl, und, mit Auslassung der nächstfolgenden, der sechste bis achte Strahl. *a* Seitenlamellen der vorderen Flossenträger, nach oben in die Gelenkköpfchen *b* auslaufend. *a'* Seitenlamellen der hinteren Flossenträger, in die Stützleisten *d* übergehend. *e* das Loch, durch welches die Muskeln hindurchtreten, welche die Flossenstrahlen niederlegen. *f* die Spitze, in welche die vordere Lamelle des ersten Flossenträgers übergeht. *g* Einschnitt zwischen den beiden gleich grossen Abschnitten der Scheibe am ersten Flossenträger. *h* rudimentärer erster Strahl.

Fig. 2. Acanthurus velifer C. Val. (Nr. 6730). Gelenkverbindung der ersten Strahlen der Rückenflosse mit den Flossenträgern; um das Doppelte vergrössert. (Vergl. Fig. 3.)

Fig. 3. Prionurus scalprum C. Val. Gelenke der Rückenflosse; der erste und dritte Strahl sind entfernt. *a* Processus spinosi superiores. *b* Crista occipitalis. *c* Analogon eines Flossenträgers, durch Bandmasse mit dem Hinterhaupt beweglich verbunden. *d* dreikantig zugespitzter vorderer Abschnitt des ersten Flossenträgers. *e* Scheibe am hinteren Abschnitt der vorderen Lamelle desselben. *e'* hintere kleinere Abtheilung der Scheibe. *f* kleine Incisur zwischen beiden Theilen der Scheibe. *g* Gelenkköpfchen für den ersten Flossenstrahl; darüber die beschriebene seichte Depression. *h* seitliche Leiste des ersten Flossenträgers, *h'* dito des zweiten. *i* vordere Lamelle des zweiten Flossenträgers. *k* hintere Lamelle desselben. *l* hinterer Haken der viereckigen Platte, in welche sich der erste Flossenträger verbreitert. *m* der analoge vordere Haken der zweiten Platte. Beide erreichen einander nicht vollständig, sind durch ein Band verbunden und bilden so einen Ring für die Kettenverbindung mit dem 3. Strahl. *n* vordere Lamelle des ersten Flossenträgers, *o* hintere Lamelle desselben. *p* Gelenkköpfchen am Ende der seitlichen Leiste *h* desselben, zur Verbindung mit dem zweiten Strahl.

Fig. 4. Prionurus scalprum. Erster Stachel der Rückenflosse, schräg von hinten gesehen; um das Dreifache vergrössert. *a* Wulst an der Innenfläche des Gelenkfortsatzes *b*, welcher von der Seitenfläche der Scheibe (Fig. 3) aufgenommen wird. *c* Leiste zum Ansatz für das Hemmungsband (Fig. 7 *c*).

Fig. 5. Prionurus scalprum. Dritter Stachel, von vorn, doppelt vergrössert. *a* seitliche Gelenkfortsätze. *b* Brücke, welche durch den von den hakenförmigen Fortsätzen *l* und *m* (Fig. 3) gebildeten Ring gesteckt ist.

Fig. 6. Prionurus scalprum. Anfang der Rückenflosse.

Die Haut ist auf der vorliegenden Seite entfernt. *a* Crista occipitalis. *b* Spitze des auf dem Hinterhaupt sitzenden, in Fig. 3 *c* gezeichneten Analogons eines Flossenträgers. *c* vordere Spitze des ersten Flossenträgers, der Haut parallel laufend. *d*, *e*, *f* die drei ersten Strahlen. *g* das elastische Band an der Basis der beiden ersten Stacheln.

Fig. 7. Prionurus scalprum. Musculatur der ersten Strahlen der Rückenflosse. *a* Muskel, welcher sich, von hinten her kommend, über die Seitenleiste des ersten Flossenträgers hinwegschlägt, vorn an die Basis des zweiten Strahls heftet und durch seine Wirkung das Band *c* erschlafft.

Fig. 8. Amphacanthus abhortani C. Val. (Anat. Mus. Nr. 18145), um das Doppelte vergrössert. Gelenke am Anfang der Afterflosse. *a* das Loch in der vorderen Lamelle des ersten Flossenträgers, in welchem der (hier entfernte) erste Strahl steckt. *b* blattartiger Vorsprung, welcher als Schiene für die Leisten an der Basis des ersten Strahls (Fig. 9) dient und die seitliche Abweichung behindert. *c* vordere Spitze des ersten Flossenträgers (welche sich mit den Ossa coracoidea verbindet). *d* seitliche Leiste des ersten Flossenträgers. *e* Gelenkkopf derselben, zur Articulation mit dem zweiten Strahl bestimmt. *f* viereckige Platten, Verbreiterungen der hinteren Lamellen der Flossenträger. *g*, *h* Fortsätze dieser Platten, mit Hülfe eines zwischen ihnen liegenden (hier fortgenommenen) Bandes einen Ring bildend. *i* Tuberculum, das in das Loch *a* hineinragt und hinter welches die Basis des ersten Strahls gleitet, wenn er festgestellt wird.

Fig. 9. Amphacanthus rivulatus s. Teuthis sigana Forsk. (Anat. Mus. Nr. 6386). Erster Stachel der Afterflosse, von vorn, doppelt vergrössert. Die Basis ist perforirt und trägt zwei scharf vorspringende Leisten, von denen die eine stärker entwickelt ist als die andere, was mit der unsymmetrischen Ausbildung der seitlichen Hälften des Stachels zusammenhängt.

Scheiden und Theilung der primitiven Muskelbündel im Herzen.

Von

Dr. F. N. Winkler.

(Hierzu Taf. VII. B.)

Eberth's Angaben über die Primitivscheiden und die Theilungen der Herzmuskelfasern (Virchow's Archiv XXXVII. pag. 100—124) veranlassen mich zu folgenden Mittheilungen.

Schon früher (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1865. pag. 275) hatte ich mich über diese zwei Fragen geäussert, es ist mir aber erst letzthin gelungen, namentlich bezüglich der Primitivscheide, sichere Beweise für meine damals als wahrscheinlich hingestellte Ansicht aufzufinden.

Die Primitivscheide der Herzmuskelfasern, obwohl von Vielen und auch von Eberth geleugnet, ist in der That vorhanden. Aus welchem Grunde aber der Nachweis derselben so schwierig ist, weiss ich nicht zu sagen. Sie scheint noch zarter zu sein, als die Primitivscheide der willkürlichen Muskeln und ist vielleicht deshalb leichter zerstörbar; auch scheint ihre Adhäsion an den Inhalt eine andere zu sein als bei den letzteren. Soviel aber ist gewiss, sie wird uns sehr selten sichtbar bei Längslage der Fasern. Es ist mir neuerdings gelungen, bei Längslage der Faser eine exquisite Dehiscenz des Inhaltes von der Scheide zu beobachten (Taf. VII. B Fig. 1.), wobei an letzterer sogar noch spindelförmige Körperchen hafteten, und namentlich das am rechten Rande befindliche und diesen nach

Aussen überragende Körperchen den schattenartigen Contour als einen wirklichen Grenzsaum mit Bestimmtheit erkennen liess. Das Herzmuskelstück, von dem dies Präparat stammte, hatte in Essigsäure, welcher man bald darauf Alkohol zugesetzt, etwa drei Wochen gestanden. Von demselben Stück stammt ein instructiver Querschnitt (Fig. 2), in welchem *a* ein stärkerer, mit Körperchen stellenweis versehener Bindegewebsstrang zieht, von dem man hie und da (*b*) Scheidewände für die einzelnen Primitivbündel sich abzweigen sieht.

Mitunter geschieht es, dass in solchen Querschnitten Scheiben des Faserinhaltes herausfallen und alsdann ein überaus zartes Netzwerk zurücklassen, welches eben durch die mit einander zusammenhängenden bindegewebigen Scheiden gebildet wird. Beiläufig gesagt, ist in Fig. 2 *c* eine solche Stelle, obwohl hier die Erscheinung nicht so exquisit ist. Am schönsten und am häufigsten sah ich derartige Netzwerke an Präparaten von Herzstücken, die längere Zeit in Sol. Kal. chrom. gelegen hatten. Letzteres scheint den Faserinhalt einzuschrumpfen oder wenigstens seine Adhäsion zur bindegewebigen Scheide wesentlich zu lockern.

Ausser diesen sogenannten primären Scheiden giebt es, wie obige Querschnitte mich gleichfalls gelehrt haben, noch secundäre Scheiden, die stärker in der Wandung sind als jene, und stets zu Bündeln etwa 6 — 15 solcher primitiven Fasern einschliessen, zwischen die sie jenes oben beschriebene bindegewebige Netzwerk als primäre Scheiden hineinsenden. Scheiden aber von noch grösserem Caliber, als diese secundären, fand ich überall nicht vor.

Bemerkenswerth ist übrigens noch an Querschnitten die grosse Verschiedenheit im Caliber der einzelnen Fasern: während das der einen sehr klein ist, erscheint das der grössten, selbst wenn man etwaige schiefe Schnittführung in Abzug bringt, doch mindestens um das Vierfache grösser als jenes.

Eberth stellt ferner die Existenz von Theilungen der Muskelfasern und Abgabe der von Remak beschriebenen Zwischenfasern in Abrede: es sollen dies durch Zerrung der seitlich mit einander verbundenen Zellen bedingte Kunstpro-

ducte sein. Wenn nun aber, wie ich vorhin nachgewiesen habe, die Fasern bindegewebige Hüllen besitzen, so ist ein solcher eine falsche Annahme involvirender Einwurf überhaupt unstatthaft. Ausserdem aber verweise ich auf die von mir l. c. beigefügten Abbildungen, welche durch eine solche Regelmässigkeit der Bildung imponiren, dass sie fast schematisch erscheinen, obwohl dies ganz und gar nicht der Fall ist. Jedenfalls lassen sie aber den Gedanken an ein Kunstproduct durchaus nicht aufkommen.

Ferner hat man bisweilen das Glück, unterm Mikroskop eine Faser nach ihrer Theilung beobachten zu können, und sieht alsdann, während der eine Ast ruhig weiter zieht, den andern schräg über das Gesichtsfeld laufen und sich einem durchaus fremden Faserzug anschliessen: ein Umstand, der der Annahme eines durch blosse Zerrung bedingten Kunstproductes auch nicht sehr günstig ist.

Endlich ist klar, dass, falls durch Zerrung die anscheinend so regelmässigen Bildungen entstehen sollten, die Herzfasern eine ganz eminente Spaltbarkeit in der Längsaxe haben müssten. Es weiss aber Jeder, dass, während Querspaltungen in allen möglichen Variationen zu den alltäglichen Erscheinungen gehören, Längsspaltungen an Herzmuskelfasern überhaupt selten und dann nur an den Enden, mehr als eine im Entstehen begriffene, büschelartige Zerfaserung vorkommen.

Es dürfte wohl also den Muskelfasern des Herzens ihre Besonderheit als gesichert anzusehen sein.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Muskelprimitivbündel des Herzens mit esquisiter Dehiscenz der Scheide vom Inhalt. *a*, *b* spindelförmige Körperchen, letzteres unterhalb der auf *a* eingestellten Focalebene liegend.

Fig. 2. Feiner Querschnitt der Herzmuskelsubstanz. Einzelne Primitivbündel, weil etwas schief getroffen, zeigen radiäre Zeichnung. *a* bindegewebiger Strang, bei *b* Scheiden für die einzelnen Primitivbündel entsendend, bei *c* eine Masche bildend, aus welcher der Querschnitt eines Primitivbündels herausgefallen ist.

Ueber die Blutbewegung in den Venen.

Von

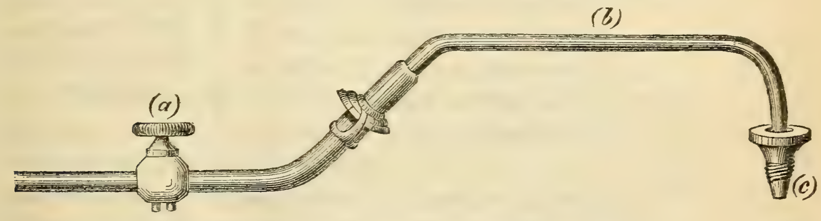
Dr. Heinrich Jacobson in Königsberg i. Pr.[1])

Die Vereinigungsstellen der Venae jugulares und subclaviae sind die dem Herzen nächsten Punkte des Venensystems, die einer Messung des Blutdrucks zugänglich sind. Ueber diese Grenze hinaus sind directe Bestimmungen desselben unausführbar. Sie sind zwar wie an der Arteria pulmonalis und den Lungenvenen, so auch an der Vena cava superior und dem rechten Atrium versucht worden. Was hier aber gemessen wurde, ist ein durch das Experiment geschaffener, nicht der unter normalen Circulations-Bedingungen bestehende Druck. Führt man, wie es gewöhnlich zu geschehen pflegt, ein Verbindungsstück mit dem Manometer durch die Vena jugularis externa nach dem Herzen hin, so wird der Hohlvenenstrom in hohem Grade gehemmt und von seiner Bahn abgelenkt. Oeffnet man den Thorax, um das Manometer an den Gefässen selbst zu befestigen, ohne die Blutbewegung in denselben zu stören, so wird durch die künstliche Respiration, nach welcher Methode man sie auch einleiten mag, der Lungenkreislauf so wesentlich verändert, dass sich aus den Resultaten solcher Versuche keine Schlüsse auf die natürlichen Verhältnisse ziehen lassen. Ein annähernd richtiges Maass des Druckes, unter dem das Blut in

1) Aus Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie u. s. w. (1866, Bd. XXXVI. S. 80) mitgetheilt vom Herrn Verfasser.

den rechten Vorhof einströmt, das für die Beurtheilung der Arbeit des Herzens wie des Einflusses, den die Athmung auf den Kreislauf ausübt, gleich wichtig ist, lässt sich daher nur aus Beobachtungen an den Venae anonymae ableiten. Sie sind bisher niemals angestellt worden; es war somit die nächste Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, diese Lücke auszufüllen. Es knüpft sich an dieselben noch ein besonderes Interesse, da dicht oberhalb des Ursprungs der Vena anonyma der Lymphstrom einmündet, dessen Bewegungsursachen bisher ganz unbekannt sind. Ob derselbe an seiner Ausflussöffnung eine Hemmung oder Beschleunigung erfahre, ob und bis zu welcher Höhe die Lymphe angesogen werde, wird sich ergeben, sobald festgestellt ist, ob an dieser Stelle der Blutdruck positiv oder negativ d. h. höher oder niedriger als der der Atmosphäre ist. Ueber seine Grösse in den peripherischen Venen existiren zwar zahlreiche aber wenig übereinstimmende Angaben, so dass eine experimentelle Prüfung derselben nicht überflüssig erscheinen dürfte.

Die Messungen, die v. Recklinghausen und ich zu diesem Zwecke unternommen haben, sind mit Benutzung des von Ludwig und Spengler angegebenen Ansatzstückes ausgeführt. Es ist überall, wo es sich um Ermittelung absoluter Druck-



werthe handelt, das einzige brauchbare unter den bisher bekannten, weil es die Blutbewegung unbehindert lässt, während bei der jetzt gebräuchlicheren Einführung einer Canüle Aendederungen des Gefässlumens und daher Stauungen unvermeidlich sind. Unser sehr leichtes Ansatzstück, das Figur zeigt, trägt zwei dünne und schmale Schlussplättchen *f* und *g*. Ist *g* durch einen Schlitz in die Vene eingeführt und an ihre innere Wandfläche angelegt, so wird *f* mittels der beweglichen Hülse *e* her-

(d)
(e)
(f)
(g)

abgeschoben und durch eine Schraube angedrückt. An den Hahn *a*, der den horizontalen Schenkel des Manometers absperrt, schliesst sich eine knieförmig gebogene Glasröhre *b* an, die um eine eingeschliffene Messingröhre drehbar und durch Federklammern zu fixiren ist. Sie trägt an ihrem Ende einen kleinen Conus *c* zur Einfügung in die Hülse oberhalb des Hahns *d* und gestattet eine bequeme Vereinigung des Manometers mit dem Ansatzstück in jeder beliebigen Stellung. So liess sich sicherer als mit der für solche Messungen ohnehin unzweckmässigen Gummiverbindung bei verschiedener Lage der Venen eine Zerrung ihrer Wand vermeiden. Der ganze Apparat wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Natron (specifisches Gewicht 1080) gefüllt, der Nullpunkt vor und nach jeder Beobachtung abgelesen.

Als Versuchsthiere dienten uns Schaafe; sie ertrugen selbst die Blosslegung der V. subclavia mit solcher Ruhe, dass weder Narcose noch besondere Fesselung erforderlich war. Ich theile hier die bei normaler Respiration gefundenen Werthe des Blutdrucks mit, die zum Vergleich mit anderen hämodynamischen Angaben auf Quecksilber reducirt sind.

In der Vena anonyma sinistra	− 0,1 Mm. Quecksilber	
- V. jugularis dextra . . .	+ 0,2 -	dicht am Ursprung der Vena anonyma.
- V. subclavia dextra . . .	− 0,1 -	
- V. jugularis sinistra. . .	− 0,1 -	
- V. subclavia sinistra . .	− 0,6 -	
in einer ebendaselbst einmündenden Armvene	− 1 -	

In der V. facialis externa . . .	+ 3 Mm.
- V. facialis interna. . . .	+ 5,2 -
- V. brachialis.	+ 4,1 -
in einem Zweige derselben . . .	+ 9 -
- V. cruralis	+ 11,4 -

Bei einem Hunde, der in der Opium-Narcose sehr mühsam und frequent athmete, wurde das Plättchen des Ansatzstückes in die V. anonyma dextra eingeführt und + 1,5 Mm. Quecksilber gefunden.

Durch Muskel-Contractionen wurde der Blutdruck stets bedeutend gesteigert. Ein Einfluss der normalen Athembewegungen liess sich an den vom Herzen entfernteren Venen nicht erkennen. Weder an der V. cruralis noch brachialis waren gleichzeitig mit denselben Manometer-Schwankungen vorhanden, sehr gering (ca. 0,08 Mm.) und nicht constant an den Vv. faciales, erst an der V. jugularis und subclavia traten sie deutlich hervor. Hier betrug ihre Breite ca. 0,9 Mm. Q., so dass bei der Inspiration der Druck etwa um 0,3 Mm. sank, bei der Exspiration um 0,6 stieg. Dem entsprechend war an letzteren, jedoch meist nur an ihrer Vereinigung zur V. anonyma ein mit der Athmung synchronisches Anschwellen und Sinken bemerkbar, während sie in ihrem weiteren Verlaufe und ihrer Verzweigung gleichmässig gefüllt erschienen.

Bei örtlicher Compression sank der Druck im centralen Theil der Vene, blieb aber an den Extremitäten positiv, während er an den Halsvenen negativ wurde; so fiel er an der V. facialis interna von + 5 Mm. Q. auf + 3,6, an der V. facialis externa von + 3 auf + 1,9; an der V. subclavia von 0 auf – 5 Mm. Q. bei ruhiger Inspiration und stieg auf – 3,5 bei der Exspiration; an der V. jugularis von 0 auf – 3 Mm. bei der Inspiration, – 1 Mm. Q. bei der Exspiration. Nahezu gleiche negative Werthe riefen bei ununterbrochener Blutströmung forcirte Inspirationen hervor.

Die vorliegenden Messungen weichen sowohl von den älteren als den mit vollkommneren Apparaten angestellten aus neuerer Zeit erheblich ab. Ich hebe zuvörderst eine Versuchsreihe Ludwig's und Mogk's[1]) hervor, weil sie nach derselben Methode ausgeführt wurde, wie die unserige und zu bemerkenswerthen Folgerungen Anlass gegeben hat. Sie fanden bei einem Hunde den Blutdruck in der V. cruralis = – 6,8 Mm. Q., bei einem anderen ebendaselbst = – 1,9 Mm., in der V. jugularis = – 12,8, also constant negativ und entnahmen daraus, „dass das Venenblut dem Strome in unseren Brunnenröhren

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift Bd. 3. (1845).

gleiche und ganz von dem in den Arterien abweiche." — Donders fügt hinzu, indem er auf die Wichtigkeit dieser negativen Werthe hinweist, „dass dieselben nur durch eine Aspiration des Thorax zu erklären seien, und dass letztere in den Venen stärker sein müsse, als die vis a tergo vom Capillarsysteme her."

Es mag ferneren Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu entscheiden, welche Messungen richtig seien; denn aus der Unregelmässigkeit der Blutbewegung in den Venen lassen sich solche Differenzen unmöglich erklären. Hier soll nur die Unhaltbarkeit jener Schlüsse nachgewiesen werden.

Wie sollte durch die constante Saugkraft des Thorax, die Donders auf ca. 7 Mm. Quecksilber schätzt, in der Jugularis – 12 und in der Cruralis, deren Strömung noch überdies beträchtliche Widerstände zu überwinden hat, – 9 Mm. Q. Druck entstehen? Und wie wäre ferner eine solche Wirkung von der intermittirenden, durch die Einathmung bedingten Aspiration zu erwarten, die jene unter normalen Verhältnissen um nicht mehr als circa 1,5 – 2 Mm. vermehrt?

Bekanntlich ist der Einfluss der Inspiration auf den Blutlauf häufig und in hohem Grade überschätzt worden; Barry hielt sie ja sogar für die wesentlichste Ursache des Kreislaufs. Poiseuille widerlegte diese Behauptung, indem er nachwies, dass ein in die Vene mit seinem horizontalen Schenkel eingeführtes und nach dem Herzen hin gerichtetes Manometer nur in den Hohlvenen und den ihnen zunächst liegenden Stämmen, wie z. B. an der V. jugularis und iliaca externa von den Athembewegungen abhängige Schwankungen zeige, dagegen am oberen Theile der Jugularis und den Venen der Extremitäten unbeweglich bleibe. Unsere Beobachtungen bestätigen diese Angaben und ergänzen sie insofern, als sie den directen Einfluss der Athembewegungen auf den Blutdruck erkennen lassen, während Poiseuille die Blutbewegung durch Einführung seines Instrumentes unterbrochen hatte und daher nur feststellen konnte, wie weit in die Gefässbahn hinein ihre Wirkung auf die Manometersäule sichtbar sei. — Es spricht für sie ferner die bekannte Thatsache, dass eine Aspiration von Luft nur an

den dem Herzen nahen Venen stattfindet. Verbindet man z. B. mit einer Schulterblattvene ein heberförmiges Rohr, das mit seinem Ende in Flüssigkeit taucht, so füllt es sich schnell mit Blut, niemals aber wird die Flüssigkeit angesogen. — Gegen Poiseuille hat zwar Donders eingewandt, dass bei jenen Versuchen die peripherischen Venenstämme zwischen Manometer und Thorax in Folge des in ihnen vorhandenen negativen Drucks collabirt, und dadurch der Einfluss der Respiration ausgeschlossen gewesen sei. Dieser Einwand kann die unserigen nicht treffen; er scheint mir aber eher ein Argument gegen Donders' Behauptung zu enthalten. Denn, existirte ein negativer Druck, so würden allerdings die schlaffen und nachgiebigen Wandungen der Venen sowohl bei der Inspiration als auch schon bei mässigem äusseren Druck z. B. bei Muskel-Contractionen und dergleichen überall, wo sie nicht besonders straff befestigt sind, wie namentlich in der Haut zusammenfallen, bis sie durch die sogenannte vis a tergo wieder geöffnet werden. Es müsste daher an ihnen dasselbe Spiel des Anschwellens und Sinkens erscheinen wie an der V. anonyma, was thatsächlich nicht der Fall ist; für den Kreislauf aber würden durch eine solche Einrichtung schwer auszugleichende Störungen entstehen.

Es soll nicht in Abrede gestellt werden, dass minimale Druckschwankungen auch an den peripherischen Venen existiren und mit feineren Hülfsmitteln zu bestimmen gewesen wären; sie sind aber für die Mechanik des Kreislaufs ohne Bedeutung. Wir haben in der Nähe der V. anonyma nur bei forcirter Einathmung den Blutdruck auf − 6 Mm. Q. sinken gesehen; er wird unter pathologischen Verhältnissen noch niedriger werden können. Poiseuille, Magendie und Valentin fanden zwar schon bei ruhiger Inspiration ca. − 5 bis 7 Mm. Q., sie verhinderten aber durch Einführung des Hämodynamometers in die V. jugularis externa die Blutzufuhr aus derselben. Daher liesse sich erklären, dass der Druck in der V. anonyma geringer gewesen. Bei Wiederholung dieser Versuche nach einem etwas abgeänderten Verfahren gelangte ich aber zu demselben Resultat wie v. Weyrich, der keinen Einfluss der Ath-

mung am Kymographion mehr bemerken konnte, sobald er die Canüle aus der V. cava superior hinter die Klappen der V. jugularis externa zurückgezogen hatte. — Der Grund des mit der Inspiration gleichzeitigen Collabirens an der Bildungsstätte der V. anonyma liegt wohl darin, dass der Druck hier = 0, und die platten blossgelegten und dadurch von ihren Fixationspunkten theilweise gelösten Venen schon geringen Senkungen desselben nachgeben. Es ist indessen auch möglich, dass in der Nähe ihrer Einmündung ein geringer, negativer Druck constant vorhanden ist, so lange die Fascien, die sie ausspannen, unverletzt sind.

Wie von Ludwig's und Mogk's Beobachtungen, so weichen die unserigen von denen Volkmann's ab, freilich im entgegengesetzten Sinne. Er erhielt bedeutende, positive Werthe, so

bei einer Ziege in der V. facialis 41 Mm. Q., V. jugularis 18;
bei einem Kalbe in der V. metatarsea 27 Mm. Q., V. jugularis 9;
beim Pferde in einer kleinen Halsvene 44 Mm. Q., V. jugularis 21,5.

Auf welchem Wege sie ermittelt wurden, theilt Volkmann nicht mit. Doch ist nach seinen anderweitigen Messungen zu vermuthen, dass er sich der dreischenkligen Canüle bedient habe. In diesem Falle wären aus früher erwähnten Gründen zu hohe Werthe weniger überraschend. Sie führen zu der schon a priori unwahrscheinlichen Folgerung, dass der Lymphstrom an seiner Einmündung in die Venen einen nicht geringen Widerstand zu besiegen habe, eine Folgerung, die auch in den Erfahrungen über die Spannung in den Halslymphstämmen keine Stütze findet. Denn nach den übereinstimmenden Angaben von Ludwig, Noll und Weiss ist dieselbe im Truncus lymphaticus dexter = ca. 1 Mm. Q., nach Weiss im Ductus thoracicus des Pferdes nahe der Mündung = 9 bis 15 Mm. Q., wird aber häufig während der Inspiration negativ. Der Erguss der Lymphe würde somit, wenn die Klappen an der Ausflussöffnung einen Blutdruck von ca. 20 Mm. Q. zu tragen hätten, sehr erschwert sein.

Die älteren, hämodynamometrischen Bestimmungen von Poiseuille, Magendie und auch die neuesten von Colin haben zwar gleichfalls und zum Theil noch grössere positive Werthe ergeben; so fand z. B. Magendie an der Jugularis externa des Hundes 18 Mm. Q., an der V. cruralis sogar 50 Mm. Q. Sie sind aber sämmtlich bei beträchtlicher Stauung gemacht worden; denn stets wurde ein Hauptstamm des betreffenden Gliedes durch das nach dem Capillarsystem hin eingeführte Manometer verstopft.

Es bleibt schliesslich noch eine zweite Versuchsreihe Mogk's zu erwähnen, die vorzugsweise als Quelle für die Druckverhältnisse im Venensystem benutzt zu werden pflegt, obwohl sie sich selbst als solche nicht ausgiebt und mit der früher besprochenen in offenbarem Widerspruch steht. Sie ist nach einem älteren hydraulischen Verfahren von Pitot angestellt. Statt des Schlussplättchens *g* war ein dünnes, rechtwinkelig gebogenes, an einem Ende geschlossenes Röhrchen[1]) an dem Ansatzstück befestigt, das in den Blutstrom eingesenkt und mit seiner Oeffnung gegen denselben gerichtet wurde. Während dort der Seitendruck, sollte hier „die Stromkraft des venösen Blutes“ gemessen werden; dagegen sieht Donders in diesen Werthen ein Maass der Stromkraft + dem Seitendruck, was nach seinen Anschauungen gleichbedeutend zu sein scheint mit „Geschwindigkeitshöhe + Widerstandshöhe“.

Ich habe schon an einem anderen Orte ausgeführt, dass alle diese Bezeichnungen auf irrigen Anschauungen von der Bewegung der Flüssigkeiten beruhen, und nicht wie die zur Analyse derselben ausreichenden, unzweideutigen Begriffe, Druck und Geschwindigkeit, theoretisch begründet sind. Weder über jenen noch diese geben uns Mogk's Messungen Aufschluss. Denn die Strömung wird durch das Röhrchen mehr oder minder beeinträchtigt; rings um dasselbe entstehen Wirbel, die einen Verlust an lebendiger Kraft setzen; das Manometer giebt also eine künstlich erzeugte Spannung an, die zu der natürlichen in keinem irgendwie berechenbaren Verhältniss steht. Schon die

1) l. c. S. 47.

ausserordentlichen Schwankungen der Manometersäule, die nicht etwa den Respirationen entsprechen, deuten darauf hin, dass hier durch das Experiment erhebliche Störungen hervorgerufen wurden. So stieg sie z. B. während ein und derselben Beobachtung an der Jugularis eines Hundes von 126 auf 218 Salzsolution und fiel auf 185 Mm., an der Cruralis von 150 auf 301 und fiel auf 181 Mm.

Im Kreislauf ist zwar kein stationärer Zustand der Bewegung vorhanden; dieselbe hängt vielmehr von mannigfach wechselnden Bedingungen ab. Es sind jedoch, wenn man durch den Versuch den Einfluss der Muskelbewegungen ausschliesst, an dem Venenstrom, der weder durch die Druckwirkung noch — wie später gezeigt werden soll — durch eine Saugwirkung des Herzens periodische Beschleunigungen erfährt, eher übereinstimmende Näherungswerthe des Druckes zu erwarten, als an den Arterien, in denen ausser der Contraction des Ventrikels auch die Respiration beträchtliche Schwankungen desselben bewirkt. Bedürfen nun auch unsere Resultate, da sie von Mogk's zuerst erwähnten und Volkmann's abweichen, einer Feststellung und Ergänzung durch ausgedehntere Untersuchungen, so dürfte es doch gerechtfertigt erscheinen, sie mit Hülfe hydrodynamischer Erfahrungen zu Schlüssen auf die Druckvertheilung im Gefässsystem und die Function der Vorhöfe zu verwerthen.

Schon Stephan Hales und Thomas Young haben als Ursache der Blutbewegung die vom Herzen erzeugte Druckdifferenz zwischen Arterien- und Venensystem erkannt und diese aus dem Widerstande in den Capillaren erklärt. Thomas Young sagt:

„Dr. Hales folgert aus seinen Experimenten mit Quadrupeden verschiedener Grösse, dass das Blut in den menschlichen Arterien einem Drucke unterworfen ist, der nach einer Säule von $7^1/_2$ Fuss Höhe gemessen wird; in den Adern dagegen scheint der Druck nur auf 6 Zoll zu steigen, so dass die Kraft, die das Blut von den grösseren Arterien durch die kleineren Gefässe in die breiten Adern drängt, als gleich dem Drucke einer Säule von 7 Fuss angesehen werden kann."

Von diesen Principien ausgehend hat E. H. Weber ein anschauliches Bild des Kreislaufs entworfen. Setzt man den Druck, unter dem das Blut in das rechte Atrium einströmt, etwa gleich dem in der V. anonyma, d. h. der Atmosphäre, so giebt also ein am Ursprung der Aorta eingeführtes Manometer die Grösse der Druckdifferenz zwischen Anfang und Ende des grossen Kreislaufs an.

Es ist ferner aus dem Vergleich der Geschwindigkeit der Strömung im Capillarsystem mit der arteriellen einleuchtend, und das Experiment hat es bestätigt, dass der Druck vom Herzen bis zu den kleinen Arterien nur wenig, etwa im Verhältniss von 1,2 : 1 abnimmt; von hier aber bis zu den grösseren Venen sinkt er nach unseren Versuchen ungefähr wie 15 bis 20 : 1. Findet nun auf dieser Strecke eine stetige oder sprungweise Abnahme des Drucks statt? Wir haben kein Mittel, diese Frage direct zu entscheiden. Es ist aber nach analogen Vorgängen bei der Bewegung von Flüssigkeiten durch ungleich weite Canäle wahrscheinlich, dass an allen Punkten, an denen eine Verengerung der Strombahn eintritt, also besonders an den Uebergangsstellen der Capillarnetze in die Venenwurzeln und an den Vereinigungen dieser zu grösseren Stämmen jähe Druckerniedrigungen stattfinden werden, während in den Netzen selbst der Druck nur wenig geringer sein wird, als in den zuführenden Arterien. Nimmt man mit Donders an, dass das Blut in den Capillaren ungefähr 10mal langsamer fliesse als in den letzten Arterienästchen, so würde sicherlich, wenn ein nahezu gleiches Verhältniss zu den Venenwurzeln stattfände, der capillare Druck dem arteriellen gleich sein. Die Curve desselben würde bis zu den Anfängen des Venensystems eine kaum gegen die Abscissenaxe geneigte, grade Linie sein, hier plötzlich steil abfallen, im Verlauf der kleinen Venen wieder gradlinig aber gegen die Axe geneigter verlaufen, hinter jedem Knotenpunkt derselben eine scharfe Ecke zeigen und endlich in den grossen Venenstämmen eine Gerade darstellen, die an der Einmündung in den Vorhof die Abscisse schnitte. Da aber die venösen Abflusskanäle aus dem Capillarsysteme weiter sind als die arteriellen Zuflusskanäle, so ist wohl eine wenn auch geringe Druck-

senkung in denselben wahrscheinlich. Nach Volkmann's Untersuchungen über den Einfluss einer Erweiterung der Strombahn durch Einschaltung entweder einer einzigen von grösserem Durchmesser oder einer Verzweigung wäre am Ende der kleinsten Arterien eine beträchtliche Verminderung des Drucks anzunehmen, der dann im Verlauf der Capillaren wieder steigen würde. Ich habe von der Existenz dieser sogenannten „negativen Stauung", die Volkmann durch eine irrthümliche Rechnung zu beweisen sucht, mich nicht überzeugen können. Fügt man, um sich den Verhältnissen im Gefässsystem möglichst anzuschliessen, zwischen zwei gleich weite Röhren eine kürzere von erheblich grösserem Querschnitt und bringt das Manometer unmittelbar vor und hinter den Uebergangsstellen an, so ergiebt sich nicht am Ende der engeren, sondern am Anfang der weiteren eine mässige Druckverminderung. In ähnlicher Weise, wie ich es für die Vereinigung einer engeren mit einer weiteren Strombahn bei verengter Ausflussöffnung beschrieben habe, tritt im Beginn der Erweiterung ein Minimum der Druckcurve ein, die im Verlauf derselben wieder ansteigt, um beim Uebergang in das engere Ausflussrohr schnell zu fallen, Nachfolgendes Beispiel wird dieses anschaulicher machen:

A, B, C seien die horizontalen, cylindrischen Strombahnen (möglichst glatt zusammengeschmolzene Glasröhren),

	A	B	C	
Durchmesser	8	26	8	Mm.
Länge	149	127	572	-

α der Druck dicht am Ende von A, ebenso β am Anfange und γ am Ende von B, δ am Anfange von C. Aus einem Reservoir strömt bei der Niveauhöhe H (d. h. der Höhe der Flüssigkeitsoberfläche in demselben über der Einflussöffnung) die Flüssigkeit hindurch.

H	α	β	γ	δ	
517	311	300	314	208	Mm.
452	276	262	276	184	-
351	213	206	215	145	-
248	154	150	154	107	-
149	96	92	96	70	-

Suspendirt man feinvertheiltes Bernsteinpulver in der Flüssigkeit, so lässt sich leicht erkennen, dass in dem Anfangstheil von B, entsprechend der Stelle β, rückläufige Wirbel entstehen, während weiterhin ebenso wie in A und C die Theilchen parallel der Axe sich fortbewegen. Dieselbe Erscheinung tritt auch dann auf, wenn C fehlt, d. h. eine engere Bahn in eine weitere B mit freier Ausflussöffnung übergeht, ein Fall, in dem selbst bei bedeutender Länge von B, wie ich früher gezeigt habe, der Druck im ganzen Verlauf derselben gleich Null ist (nur bei erheblicher Steigerung der Niveauhöhe H zu geringen, positiven Werthen ansteigt), während die Strömung regelmässig von Statten geht. Die Drucksenkung ist hier wie dort durch die plötzliche Umsetzung einer schnellen in eine langsame Bewegung bedingt und würde bei einer continuirlichen Erweiterung der Bahn nicht vorhanden sein. Ich kann somit nach dem Resultat auch dieser fortgesetzten Versuche, die ich vielfach variirt habe, den Einwand, den mir Meissner[1]) gemacht, „dass je nach der Beschaffenheit der angewendeten Apparate die Erscheinung der sogenannten negativen Stauung mehr oder weniger verdeckt werden könne“ nicht anerkennen.

Man hat das Herz häufig mit einer Saug- und Druckpumpe verglichen. Durch selbstständige Erweiterug seiner Höhlen nach der Systole, unabhängig von der Blutströmung und Lungenaspiration, soll es eine Saugkraft entwickeln, nach den älteren Angaben Gilbert's, Wedemeier's etc. in Folge activer Muskelwirkung, nach den neueren Weyrich's durch Rückkehr zu seiner elastischen Gleichgewichtslage. Beide Behauptungen stützen sich allein auf die Beobachtung, dass in einem durch die V. jugularis externa in die Nähe oder in das rechte Atrium eingeführten Heber, der in eine Flüssigkeit taucht, dieselbe isochron mit den Herzbewegungen um einige Millimeter auf- und absteige. Dies beweist aber Nichts weiter, als dass eine geringe Druckschwankung vorhanden, wie a priori schon einleuchtend ist; ob durch Regurgitation oder Stauung des Blutes bei der Systole und Nachfliessen bei der Diastole des Atrium, ob

1) Bericht 1862.

durch ein Ansaugen, bleibt unentschieden. Nur durch Elimination der Blutströmung lässt sich, wie mir scheint, jene Ansicht begründen.

Ich habe nun weder nach Unterbindung der Hohlvenen noch in Uebereinstimmung mit Ludwig Fick an ausgeschnittenen und energisch sich zusammenziehenden Säugethierherzen, ebensowenig bei Fröschen und Fischen jene Oscillationen wahrgenommen. Während ich ferner bei intacter Respiration nach Einführung eines Hebers in die V. cava superior des Kaninchens oder Hammels Wasser 2—3 Zoll emporsteigen und mit der Inspiration in verschiedenen Grenzen je nach ihrer Ausgiebigkeit schwanken sah, blieb bei Eröffnung des Thorax der Heber leer.

Ist nun auch eine selbstständige Aspiration des Herzens unwahrscheinlich, so würde dasselbe doch die Wirkung einer Saugpumpe ausüben müssen, wenn seine Bewegungen so von Statten gingen, wie sie in der Physiologie meist aufgefasst zu werden pflegen. Das Blut soll nach der Systole in den erschlafften und abgespannten Vorhof hineinstürzen, theils angesogen durch die Ausdehnung seiner Höhle in Folge des negativen Drucks im Mediastinum, theils von den Venen her getrieben durch den ihm noch gebliebenen Rest der vis a tergo, d. h. durch einen geringen, positiven Druck. Nach Donders, der wie Schiff die Systole des Atrium eine Weile mit der des Ventrikel gleichzeitig bestehen und das Blut in den Venen während der Zusammenziehung des ganzen Herzens sich anhäufen lässt, sind die Ostia venosa bei der Diastole der Vorhöfe schon wieder geöffnet, und das Blut dringt durch den hohlen Cylinder, den sie bilden, sogleich bis in die Tiefe der Kammern. Ist am Ende der Contraction des Vorhofs der Druck innerhalb desselben = 0, also nahegleich dem des zurückkehrenden Venenbluts, so muss, da er auf der Aussenfläche des Atriums = — 7 bis — 9 Mm. Q. sein soll, da ferner die Wände desselben wenig Widerstand einer Dilatation leisten, allerdings eine äusserst schnelle Ausgleichung im Beginn der Diastole zu Stande kommen, und das Atrium sich bis zu einer bestimmten Grenze momentan füllen. Die nothwendige Folge davon wäre, dass

eine Thalwelle weit nach der Peripherie hin fortliefe und namentlich in den Halsvenen sich zeigte, was bekanntlich nicht der Fall ist. Sie müsste noch deutlicher hervortreten, wenn Donders' Ansicht richtig wäre, da das Blut einen noch grösseren Hohlraum auszufüllen hätte, oder wenn das Venenblut unter solchem Druck einströmte, wie man nach Volkmann's Beobachtungen an der Jugularis vermuthen sollte. Dieselbe Erscheinung wäre nach Chauveau's und Marey's[1]) Messungen im rechten Herzen zu erwarten. Sie fanden im Atrium dextrum bei der Diastole – 2 bis – 33 Mm. Q., gewöhnlich – 7 bis – 15 Mm. Druck und zwar proportional der thoracischen Aspiration; bei der Systole desselben + 2,5 Mm. Abgesehen davon, dass sie die Strömung in der V. cava superior und wohl auch den Mechanismus der Herzpumpe durch Einführung ihrer Sonde alterirten, da dieselbe den vollkommenen Schluss der Valvula tricuspidalis kaum gestatten dürfte, dass ferner in ihrer Methode der empirischen Graduirung des Cardiographen so erhebliche Fehlerquellen enthalten sind, dass jene Zahlen wenig Vertrauen verdienen, wie sollten Druckschwankungen von ca. 12 Mm. Q. und darüber, wie z. B. in der Curve auf Seite 96 durch die Vorhofsbewegungen erzeugt werden, ohne im Manometer an den Halsvenen erkennbar zu sein? Bei unseren Untersuchungen an der V. anonyma hätte die kohlensaure Natron-Lösung desselben mit den Herzbewegungen zollhohe Schwingungen machen müssen. Wir haben sie aber unbeweglich bleiben gesehen, und wenn, was nicht geleugnet werden soll, Oscillationen vorhanden gewesen, so waren sie zu gering, um ohne feinere Hülfsmittel erkannt zu werden, ein Resultat, das auch durch die äusserlich wahrnehmbaren Erscheinungen an den Halsvenen bestätigt wird. Denn nur in der V. anonyma beobachtet man unter normalen Verhältnissen neben den besprochenen, durch die Athembewegungen hervorgerufenen grösseren Schwankungen des Venenlumens weit geringere, mit dem Pulse synchronische, nicht selten ihn an Frequenz übertreffende Undulationen. Es steht somit, wie mir

---

1) Marey, Physiologie médicale.

scheint, allein Scoda's Annahme, dass ein continuirliches Einströmen des Venenbluts in den Vorhof stattfinde, mit den physiologischen Erfahrungen im Einklange. Constant kann freilich bei rhythmischen Contractionen weder die Spannung noch die Geschwindigkeit des Zuflusses sein, aber zwischen so nahen Grenzen variiren, dass dies nur in unmittelbarer Nähe des Herzens deutlich erkennbar sein würde. Wenn Wachsmuth, der Scoda's Theorie über die Function der Vorhöfe zu widerlegen suchte und einen Verschluss der Venenmündungen bei der Systole annahm, das Fehlen der Druckschwankungen an den Halsvenen daraus erklärte, dass in elastischen Röhren, wie in den Venae cavae, durch ein plötzliches Hinderniss der Strömung keine Stauung, sondern eine Welle entstehe und zwar eine negative, so ist diese Vermuthung ebenso ungerechtfertigt als jene andere [1]), dass durch den Schluss der Atrioventricular-Klappen, die durch die Muskeln der Vorhöfe gehoben werden sollen, ein Saugen des Ventrikels erzeugt werde. Unter Marey's cardiographischen Curven dürften gerade diejenigen, die er anders interpretirt wissen will, z. B. auf Seite 88, ein treues Bild der Druckverhältnisse während eines Bewegungs-Cyclus im Herzen geben: mässige und schnell beendete Druckschwankung während der Systole des Atrium, sehr allmählich und wenig ansteigender Druck während seiner und des ganzen Herzens Diastole.

Da nun weder durch die Inspiration noch durch die Ausdehnung des Herzens eine Saugwirkung hervorgerufen wird, die die Bewegung des Blutes und der Lymphe wesentlich beschleunigte, so bleibt nur noch eine Möglichkeit einer Aspiration freilich nur auf einen beschränkten Theil des Venenbluts übrig. Es könnte nämlich in Folge der plötzlichen Erweiterung der Blutbahn an ihrer Einmündung in den Vorhof, der schon in seiner mittleren Ausdehnung mindestens einen doppelt so grossen Durchmesser haben dürfte als beide Hohlvenen zusammen, ein constanter, negativer Druck in der V. cava superior vorhanden sein, und so das Blut aus den Verzweigungen der

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift N. F. IV.

V. azygos, die wie eine Saugröhre in jene eingefügt ist, emporgehoben werden. Diese Hypothese scheint ihre physikalische Begründung in Daniel Bernoulli's Versuchen über den Ausfluss durch konische Ansatzröhren zu finden, die in der Hämodynamik bisher kaum Beachtung erfahren haben, obwohl schon J. N. Lieberkühn sie auf die Zotten-Resorption und Valentin auf die Lymphbewegung im Ductus thoracicus anzuwenden versuchten. Nur Weyrich, der Bernoulli's Versuche aus einem Citat von Thomas Young kennt, gedenkt einer Hohlvenenaspiration, um sie zu widerlegen. Die kymographischen Curven Ludwig's und Volkmann's ergeben zwar einen constant negativen Druck in der V. cava superior; sie sind aber, da sie mittels Einführung eines elastischen Röhrchens in das Gefäss gewonnen wurden, aus früher erwähnten Gründen ebensowenig beweisend wie die älteren Angaben Poiseuille's. Da nun directe Messungen des Blutdrucks hier illusorisch sein müssen, so sind wir darauf beschränkt, zu prüfen, ob die mechanischen Bedingungen für die Entstehung eines negativen Drucks in den Hohlvenen erfüllt sind, was Weyrich in Abrede stellt, und ob unsere Bestimmungen an den V. anonymae zu Gunsten desselben sprechen. Es genügt hierzu die Kenntniss des allgemeinen, analytischen Ausdrucks für den Druck in einem weiten Reservoir, aus dem Flüssigkeit durch eine Oeffnung in seiner Wand oder durch Ansatzröhren (d. h. in hydraulischem Sinne Röhren von solchem Verhältniss ihres Durchmessers zur Länge, dass keine Reibung der Flüssigkeit in ihnen möglich ist) ausströmt, während durch neuen Zufluss von oben ihr Niveau constant erhalten wird. Sie stehe an ihrer Oberfläche sowohl als an der Ausflussöffnung unter dem Atmosphärendruck P. Dann wird der an irgend einem Querschnitt der Ansatzröhre[1]) vorhandene Druck p durch folgende Relation bestimmt:

$$\text{I)}\ p = P + Dg\left[h - H\left(\frac{Q}{q}\right)^2\right] \ . \ . \ . \ (\text{I})$$

1) Vorausgesetzt, dass derselbe gegen den Querschnitt des Reservoirs sehr klein ist.

worin

- q der Querschnitt, an dem der Druck p bestimmt werden soll,
- h seine senkrechte Entfernung von der Oberfläche der Flüssigkeit,
- Q der Querschnitt der Ausflussöffnung,
- H seine senkrechte Entfernung von der Oberfläche,
- g die Beschleunigung der Schwere,
- D die Dichtigkeit der Flüssigkeit.

Diese Relation gilt allgemein für jede Stelle der Ansatzröhre, welche Form und Richtung sie auch haben möge.

Es sei nun der Druck p zu bestimmen:

1) In einem horizontalen und cylindrischen Ansatzrohr.

Dann ist $h = H$, $q = Q$, also nach (I)

$p = P$, d. h. der Druck ist gleich dem der Atmosphäre, mithin so gross, als ob die Wassersäule im Reservoir gar nicht vorhanden wäre; sie übt keinen Druck aus.

2) In einem horizontalen, aber conisch divergirenden Ansatzrohr.

Auch hier ist $h = H$, aber $Q > q$, also $\frac{Q}{q} > 1$, also

$p < P$, d. h. der Druck ist negativ.

3) In einem gegen den Horizont geneigten, cylindrischen oder conisch divergirenden Ansatzrohr.

Hier ist $h < H$, also stets

$p < P$, d. h. der Druck negativ,

und zwar wird p um so kleiner als P, je grösser Q im Verhältniss zu q, d. h. je grösser die Weite der Ausflussöffnung zu der des Ansatzrohrs.

Dagegen bleibt $p > P$, d. h. der Druck stets positiv, wenn die Ansatzröhre conisch convergent ist, welche Stellung sie auch habe. Dasselbe wird natürlich stattfinden, wenn die Strömung gehemmt wird, wie z. B. in langen, engen oder verzweigten Strombahnen, in denen die Wandschicht ruht und daher durch die Reibung der Flüssigkeitstheilchen aneinander die Bewegung verzögert wird. Es sind somit ausser an den Hohlvenen überall im Venensystem, das ja von der Peripherie nach

dem Herzen hin sich verengt, die Bedingungen eines positiven Drucks gegeben. Dagegen darf die V. cava superior als schräg hinabsteigendes Ansatzrohr, das sich im Atrium conisch erweitert, aufgefasst, und ihre Strömung mithin nach 3) beurtheilt werden. Die Vene ist am 1. und 2. Rippenknorpel fest fixirt und ausgespannt; dicht über ihrem Anfangstheil erhebt sich nach unseren Messungen der Druck nicht über den der Atmosphäre; es ist also ein negativer Druck in ihr nach hydraulischen Principien wohl zu erwarten, kleiner jedoch an ihrer Einmündung ins Herz als der auf der äusseren Fläche desselben lastende Druck von ca. – 7 Mm. Q., weil sonst das Atrium in seiner Dilatation beschränkt werden würde. Weyrich hält einen negativen Druck hier nicht für möglich, weil nach Unterbindung der V. subclavia das Kymographion tiefere, aspiratorische Wellen in der Nähe des Atrium bei den Herzbewegungen zeigt als vorher, während doch das Gegentheil nach Schwächung des Blutstroms, wenn derselbe eine Saugkraft entwickelte, hätte eintreten müssen. Liessen selbst jene Wellen einen Schluss auf die Blutbewegung in der V. cava zu, so müssten sie ja stets tiefer werden, sobald durch Ausschaltung eines Zuflusskanals der Druck erniedrigt wird. Weyrich's theoretische Einwände beruhen auf einem Missverständniss der Untersuchungen Bernoulli's.

Gegen die Uebertragung der letzteren auf den Kreislauf liesse sich aber noch geltend machen, dass die Voraussetzung, auf der sie beruhen, es seien keine Widerstände im Verlauf des Ansatzrohres mehr vorhanden, hier nicht in aller Strenge erfüllt sei. Es ist jedoch, wie mich häufige Versuche gelehrt haben, bei verticaler Strömung ein negativer Druck auch dann noch vorhanden, wenn die Dimensionen der Strombahn nach den Ergebnissen bei horizontalem Ausfluss einen bedeutenden Reibungswiderstand erwarten lassen, z. B. bei mehr als 1 Met. langen und 5 Mm. weiten Kanälen.

Ging dieselbe cylindrische Röhre, an der ich früher die Gültigkeit von Poiseuille's Gesetz für Capillaren constatirt hatte, vertical vom Boden des Reservoirs ab, so fand ich bis zu einer bestimmten Grenze der Niveauhöhe, die um so mehr hin-

aufrückte, je weiter und kürzer die Röhre, negativen Druck im ganzen Verlauf derselben. In nachstehendem Beispiel aus einer Versuchsreihe, die ich später ausführlich mittheilen werde, bezeichnet l die Länge der Röhre, d den Durchmesser, h′ den Manometerstand, 468 Mm. oberhalb der Ausflussöffnung, h″ den 210 Mm. oberhalb derselben gemessen. Die Grenze der Niveauhöhe H, bei der der Druck negativ wurde, lag in diesem Fall bei H = 246 Mm.

l = 678 Mm.; d = 5,1 Mm.

H	h′	h″
846	262	107
707	200	80
580	155	68
482	108	48
376	64	28
342	40	18
293	18	8
254	4	4
246	0	2
238	− 2	+ 1
180	− 30	− 12
136	− 50	− 20
82	− 78	− 32
49	− 90	− 61

Liess ich die cylindrische Röhre in eine conische Erweiterung trichterförmig enden, so dass der Durchmesser ihrer Ausflussöffnung ca. 2,5 mal grösser wurde, so stieg der negative Druck erheblich und begann schon bei viel grösseren Niveauhöhen. Hatte ich z. B. statt der Manometer Saugröhren angesetzt und bei gleich weitem Rohr und H = 47 Mm. in der oberen (h′ entsprechenden) das Wasser zu 110, in der unteren (h″ entsprechenden) zu 53 Mm. emporsteigen gesehen, so erhob es sich, sobald der Conus angefügt wurde, dort zu 157, hier zu 132 Mm.

Ueber die Endigung des N. opticus.

Von

Dr. W. Krause,
Professor in Göttingen.

Bekanntlich hatte H. Müller bei Thieren an den Stäbchen und Zapfen der Retina einen äusseren und inneren Theil unterschieden, welche beiden Theile ich[1]) im Jahre 1860 an den Stäbchen des Menschen ebenfalls aufgefunden und als Innenglied resp. Aussenglied bezeichnet hatte. Die Existenz des Innengliedes musste bald darauf gegen Zweifel von H. Müller, der eine Leichenerscheinung vermuthete, von mir[2]) vertheidigt werden, da ich dasselbe bereits eine halbe Stunde nach dem Tode mehrfach constatirt hatte. Auf das Aussenglied passt die Brücke'sche Hypothese von der reflectirenden Eigenschaft der Stäbchen ausschliesslich, und für die Aussenglieder der Stäbchen wie der Zapfen kann wohl kein Zweifel bestehen, dass sie einen katoptrischen[3]) Apparat darstellen.

Was die Farben-Empfindungen anlangt, so wurden von mir[4]) bei Lacerta agilis drei Arten von Zapfen mit Oeltropfen von drei verschiedenen Farben beschrieben, was in Bezug auf die Theorie von Young und Helmholtz nicht ohne Interesse

---

1) Göttinger Nachrichten, 5. Jan. 1861. Zeitschr. f. ration. Medicin, 1861. Bd. XI. S. 175. Taf. VII.B.

2) Zeitschr. f. ration. Med. 1863. Bd. XX. S. 8.

3) W. Krause, Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität. 1865. S. 32.

4) Zeitschr. f. ration. Medicin. 1863. Bd. XX. S. 7.

sein dürfte. Die Eidechse hat ausserdem schlanke Retinastäbchen (S. a. a. O.), ohne Fetttropfen, die etwas schwer zu sehen sind, woraus sich vielleicht erklärt, dass sie Max Schultze neuerdings nicht hat finden können.

Kürzlich hat M. Schultze[1]) das Innenglied der Stäbchen beim Menschen bestätigt und über dessen feinere Structur sich dahin geäussert, dass in den Innengliedern beim Huhn ein linsenförmiger Körper vorhanden ist, sowie dass in der Axe des Innengliedes eine feine Faser verläuft. Letztere dürfte von den durch Ritter in den Aussengliedern beschriebenen Fasern doch sehr wesentlich verschieden sein. M. Schultze fügt dann hinzu: „die Entscheidung darüber, wie sich hiermit (mit der Axenfaser) die Existenz des linsenförmigen Körpers vertrage, ob derselbe mit dem Faden in Verbindung stehe, vielleicht eine Endanschwellung darstelle, oder wie sonst sich die Sache verhalte, muss ich späteren Untersuchungen vorbehalten."

Es dürfte dem genannten Beobachter unbekannt geblieben sein, dass bereits im Herbst 1860 eine Abbildung von Zapfen aus der Retina des Huhnes erschienen ist, welche den „linsenförmigen Körper" im Zusammenhange mit einer centralen Axenfaser des Innengliedes in aller wünschbaren Deutlichkeit zeigt. Im zugehörigen Text wurde derselbe (richtiger) als ellipsoidisch benannt. Nach dem jetzigen Stande der Untersuchungen, welche die Continuität der Sehnervenfasern mit den Innengliedern der Stäbchen und Zapfen hergestellt haben, müssen diese Axenfasern als das wahre Ende des N. opticus bezeichnet werden.

Um bei den von Max Schultze versprochenen „späteren Untersuchungen" unnöthige Mühe in einer abgethanen Sache zu ersparen, bemerke ich, dass die fragliche Abbildung sich in meinen Anatomischen Untersuchungen, Hannover 1861, Taf. II., Fig. 6 befindet.

---

1) Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. II. S. 184 u. 210; Bd. III. S. 223.

Ueber Structur und Textur der Purkinje'schen Fäden.

Von

Dr. Obermeier.

(Hierzu Taf. VIII.)

Zu den Gebilden, deren Bau der histologischen Untersuchung grosse Schwierigkeiten bereitet, gehören die nach dem Entdecker so genannten Purkinje'schen Fäden. Dieselben nehmen allerdings in dem jetzigen Handbuch der Histologie von Kölliker keinen Platz ein, sind von Leydig kurz, von andern gar nicht erwähnt, — nichtsdestoweniger verdienen sie eine genauere Besprechung, da sie einen interessanten Beitrag zur Lehre des Muskelgewebes zu liefern im Stande sind. Es scheint daher wohl opportun, nachdem eine längere Zeit hindurch die Literatur von den Purkinje'schen Fäden geschwiegen, dass hier am Eingang einer Arbeit über dieselben die Geschichte derselben mit einer gewissen Ausführlichkeit vorgetragen werde.

Im Jahre 1845 veröffentlichte Purkinje in Müller's Archiv[1]) eine Beschreibung von grauen gallertigen Fäden, die

---

1) „Microscop. neurolog. Beobachtungen von Prof. Purkinje" Müller's Archiv 1845, pag. 294.

Nach v. Hessling findet sich eine Notiz über dieselbe in den Jahrbüchern der medicin. Facultät zu Krakau, 1839, pag. 49.

sich unmittelbar unter der serösen Haut des Herzens beim Schaf, Rind, Pferd und Schwein netzförmig ausbreiten.

Diese Fäden bestehen nach ihm aus zahlreichen polyedrischen, kernhaltigen Körnern, die der Quere nach zu 5—10 an einander gelagert sind. Die Körner sind von muskulösen Membranen umschlossen. Letztere erscheinen im opt. Querschnitt als zwischen den Körnern befindliche Doppelfasern, und zeigen auf Zusatz von $\bar{A}$ ähnliche Querstreifen wie die Muskelfaser des Herzens. Purkinje macht diese Mittheilungen zwar am Schluss von „neurologischen Beobachtungen," spricht jedoch den Fäden die Bedeutung von Nerven ab. Er hält die Körner für Knorpelgewebe, und das ganze Gebilde wegen der muskulösen Wände für einen Bewegungsapparat. Die Fäden finden sich nach ihm nicht beim Menschen, Hund, Hasen und Kaninchen.

Von diesen merkwürdigen Bildungen wird in den Jahresberichten für 1845 [1]), dann aber erst 6 Jahre später von Kölliker in seinem Handbuch der mikroskopischen Anatomie [2]) Notiz genommen. Kölliker führt sie unter den verschiedenen Formen des Muskelgewebes auf. Er schildert die Abtheilungen der Purkinje'schen Fäden als grosse polygonale Zellen mit schönem Kern und mit einer Wand aus quergestreifter Muskelmasse.

An diesen quergestreiften Muskelzellen hat Kölliker später, dem Reichert'schen Jahresberichte für 1854 zufolge [3]), Contractionen beobachtet.

Die erste eingehende Beschreibung der Purkinje'schen Fäden bei den Ruminantien lieferte v. Hessling in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie von Siebold und Kölliker. Er weist durch genaue chemische Untersuchung nach, dass man es mit muskulösen Gebilden zu thun habe. Die Massverhältnisse hat er mit grosser Sorgfalt festgestellt. Die

---

1) Reichert in Müller's Archiv 1846, pag. 259. Henle in Canstatt's Jahresbericht 1846. pag. 47.

2) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1852. pag. 67.

3) Müller's Archiv, 1855. pag. 51—54.

Fäden findet er nicht blos dicht unter dem Endocardium der Ventrikel, wo sie sich zuweilen auf weite Strecken zu membranösen Platten vereinigen, sondern auch zwischen den Herzmuskeln und unter dem Pericardium. Sie sind von einer structurlosen Scheide umgeben, auf der dann Netze von feinen elastischen und Bindegewebsfasern liegen, oder sie sind von sehr gefässreichem Binde- und elastischem Gewebe, oder von Fibrillen der Herzmuskeln eingehüllt. Die Fäden selbst denkt sich Hessling als Stränge, die aus „Körnern" und einer dieselben umflechtenden Zwischensubstanz bestehen. Die „Körner" nun schildert er als solide, durchsichtige, scharfrandige Körper mit 1 bis 3 Kernen. Dieselben sind verschieden gross und zeigen auf der Oberfläche verschiedene Streifungen. Die Längsstreifen erklärt er aus Impression durch die umgebenden Gewebe, die Querstreifen entsprechen in allen Eigenschaften denen der Muskeln, doch beruhen auch sie zum Theil auf Runzeln. Die peripherische Streifung endlich führt Hessling hauptsächlich auf umgelagerte Muskelstreifen zurück. Die gelatinöse, durchsichtige, quergestreifte Zwischensubstanz hat die Eigenschaften der Herzmuskeln. Sie tritt bald plattenförmig auf, bald in Form von Bündeln und Fibrillen, die den Körnern entweder bloss lose aufliegen, oder innigst mit ihnen verschmolzen sind. Die Bündel und Fibrillen laufen bald der Längsaxe parallel, bald in bunter Durchkreuzung, und winden sich zuweilen schlingenförmig zwischen die Körner durch, so dass, wenn diese, wie oft, herausfallen, zierliche quergestreifte Fasernetze zu Tage kommen.

Ganz klar spricht sich schliesslich Hessling nicht über die Bedeutung der Körner aus. Die Frage, ob sie Zellen seien, überlässt er der Entscheidung der Entwicklungsgeschichte. Doch scheint er sie, zufolge einer Anmerkung über die Fasern der Rehböcke für Stücke zerfallener Muskelstränge oder Bündel innerhalb des übrigen Muskelgewebes zu halten.

Auch Hessling beobachtete, wie Purkinje, rundliche Körper in den Fäden, die er für identisch mit den Miescher'schen Schläuchen hält.

Der Hessling'schen Abhandlung, über die Reichert

in seinem Jahresbericht für 1865 spricht, folgt eine Bearbeitung desselben Gegenstandes von Letzterem.[1]) Er findet die Fäden zusammengesetzt aus primitiven Cylindern gewöhnlicher quergestreifter Muskelsubstanz, die ausserordentlich kurz, dick und durchsichtig sind, Kerne und körnige Masse in der Axe enthalten. Diese kurzen Muskelcylinder sind mit dem einen abgestumpften Ende gegen die Muskelmasse des Herzens, mit dem andern gegen die elastische Faserschicht des Endocardium gerichtet. Die zwischen ihnen sichtbare quergestreifte Zeichnung ist nicht zwischengelagerte gewöhnliche Muskelmasse, sondern auf die spiegelnden, quer- oder auch längsgestreiften Seitenwände der Körperchen zurückzuführen. Auf feinen Schnittchen von getrockneten Präparaten, wo die fibrilläre Masse der Primitivbündel herausfällt, stellen sich die Primitivscheiden derselben als ein aus homogenen Lamellen von Bindesubstanz gebildetes Fachwerk dar. Dasselbe steht mit der elastischen Faserschicht und dem Bindegewebe der Umgebung in Verbindung. Muskelsubstanz ist zwischen den Lamellen dieser Scheiden nicht eingeschoben. Reichert schreibt den Purkinje'schen Fäden die Functionen zu, die sehnigen Ausläufer des Endocardium zu spannen, und nennt sie daher Spannmuskel des Endocardium, Tensor endocardii.

Auf die Reichert'sche Arbeit folgt die obligate Notiz in dem betreffenden Canstatt'schen Jahresbericht[2]) von Leydig, der auch in seinem Lehrbuch der Purkinje'schen Fäden Erwähnung thut.[3])

Eine ihm eigenthümliche Ansicht äussert einige Jahre später Remak. Derselbe hält in seinem Aufsatz: „Ueber die embryologische Grundlage der Zellenlehre"[4]) die Purkinje'schen Fäden der Schafe und Rinder für anastomosirende Muskelfasern, die gleich den übrigen des Herzens quergestreift sind. Die Kerne derselben, sagt er, liegen im Innern von gallertigen

---

1) Müller's Archiv, 1855, pag. 51—54.
2) Leydig in Canstatt's Jahresbericht 1857. pag. 30.
3) Leydig, Lehrbuch der Histologie. 1857. pag. 411.
4) Müller's Archiv, 1862, pag. 231.

grossen Kugeln, welche die Continuität des Cylinders von Stelle zu Stelle unterbrechen, im Uebrigen mit dem Sarcolemma in Berührung oder Verbindung stehen. Die Leistungsfähigkeit des Endocardium soll durch diese Einrichtung herabgesetzt werden, so dass eine vollständige Entleerung der Herzkammer bei genannten Thieren verhindert wird.

Das Jahr 1863 brachte eine neue Bearbeitung des Gegenstandes von C. Aeby.[1] Die Zwischenmasse Hessling's führt Aeby auf anhaftende Muskelmasse zurück, und lässt die Purkinje'schen Fäden aus aneinandergereihten contractilen, kernhaltigen Zellen bestehen. Fast immer erkennt er Spalten zwischen den langen Seiten zweier an einander liegender Zellen, und Vacuolen in der Naht zwischen je zwei schmalen Seiten. Ursprünglich rund, später polygonal und länglich, verbinden die Zellen sich mit den schmalen Seiten, werden immer muskelähnlicher. Zuletzt verschwinden die Scheidewände durch Resorption, was Aeby bei Hund, Ziege, Schaf gesehen hat. So entwickelt Aeby seine Ansicht, dass alle Herzmuskelfasern aus Purkinje'schen Zellen entständen. Zur Unterstützung derselben führt er an, dass er gegliederte Muskelfasern in allen Lebensaltern der Thiere und Menschen gesehen habe. Er hat die Purkinje'schen Fäden übrigens nicht gefunden beim Menschen, Kaninchen, Maus und Maulwurf, wohl bei den Ruminantien, Hund, Katze, Igel, Marder und Huhn. Nur bei einzelnen Thieren erhält sich eben das Bildungsmaterial der Muskeln in Form der Purkinje'schen Fäden in späteren Lebenszeiten. Ein einfacher Bericht der Aeby'schen Arbeit fand sich im Centralblatt für wissenschaftliche Medicin 1863.

Hiermit schliesst die Geschichte der Purkinje'schen Fäden.

Die Purkinje'schen Fäden sind bei verschiedenen Thieren gefunden. Das am meisten untersuchte Object ist das Schafherz. An ihm entdeckte Purkinje seine Fasern, dasselbe

---

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschrift (3.) XVII. 195—203. Ueber die Bedeutung der Purkinje'schen Fäden im Herzen. Von Ch. Aeby.

unterwarf v. Hessling einer genaueren Prüfung, an ihm machte Reichert seine Untersuchungen, ebenso Kölliker, Remak und Aeby. So ist das Schafherz der Ort für diese Untersuchungen geworden. Dies diene zur Erklärung, dass auch für diese Arbeit das Schafherz zum Hauptgegenstand der Untersuchung gedient hat, zumal da sich hier die meisten Schwierigkeiten in der Erkennung und Auffassung der Fäden darbieten.

Bei genauer Besichtigung und guter Beleuchtung bemerkt man nach Abspülung der Blutreste an der grauröthlichen glänzenden Oberfläche der Schafherzkammer eine ohne bestimmte Ordnung dahinziehende Zeichnung von bald gross-, bald kleinmaschigen Netzen. Die Netze schimmern aus der Tiefe des Endocardium herauf, und werden gebildet aus sich verzweigenden und anastomosirenden Fäden, die ein oder mehrere Haare dick sind. Die einzelnen Fäden erscheinen blasser, als die Umgebung, mehr gelblich roth, und heben sich besonders gut ab, wenn sie, wie fast gewöhnlich, durch auf beiden Seiten anliegendes, gelblich weisses Fettgewebe begleitet sind. Nicht selten auch ragen die Stellen, wo die Fäden ziehen, über das Niveau des übrigen Endocardium hervor, so dass dieselben dadurch bei auffallendem Lichte besonders deutlich werden.

Diese Fäden sind in der ganzen Wandung des linken Ventrikels sowohl wie des rechten zu erblicken. Ueber kleinere Vertiefungen in derselben gehen sie mit dem Endocardium fort, in grössere Gruben senken sie sich hinab, und bilden so insgesammt ein Gitterwerk von der Gestalt der Herzinnenfläche. Der Verlauf der Fäden hält einen vorwiegend quer gegen die Längsaxe der Kammer gerichteten Zug inne. In Bezug auf die Weite der einzelnen Maschen, die Anzahl der Fäden lässt sich für bestimmte Stellen innerhalb eines Ventrikels kein durchgreifender Unterschied erkennen. Sie bieten sich dem suchenden Auge in gleicher Häufigkeit dar, an der Spitze wie an der Basis der Kammer, an den Papillarmuskeln wie an den übrigen Theilen der Wandung.

Zuweilen verlassen die Fäden die muskulöse Grundlage, auf der sie sich gewöhnlich befinden, und durch deren grauröthliche Färbung sie ja erst deutlich werden. Dann ziehen

sie in sehnige Stränge hinein, welche häufig an der Spitze der Kammern von einem Muskelbalken zum andern sich erstrecken. Fast immer treten sie ganz durch dieselben hindurch, um an dem anderen Ende desselben sehnigen Stranges mit den in der Nähe befindlichen Maschen zu anastomosiren. In ähnlicher Weise sieht man an der Spitze der Papillarmuskeln einzelne Fäden dem Abgange der Chordae tendineae zu den Herzklappen zueilen. Sie gehen jedoch nur zuweilen in den Anfang der Chordae hinein. Weiterhin an denselben und an den Valv. cuspidatae selbst ist Nichts von ihnen zu erkennen. Auch in dem Endocardium der Valvulae semilunares ist keine Spur von den Fäden zu entdecken. Doch lassen sie sich bis zu den Klappen hin innerhalb des arteriellen Abschnittes der Kammern verfolgen. Die Vorhöfe zeigen in ihrem derberen Endocardium Nichts von solchen anastomosirenden Fäden. In dem visceralen Blatt des Pericardium beobachtet man zwar feine Züge von Fäden, die sogar stärker über die Oberfläche vorspringen, doch haben dieselben einen mehr gestreckten, nicht so häufige und characteristische Netze bildenden Verlauf. Sie scheinen daher bereits dem unbewaffneten Auge eine andere Bedeutung zu haben, als die Fäden des Endocardium. Und dies bestätigt sich auch bei Untersuchung schon mit Hülfe schwacher Vergrösserung. Die im Pericardium gesehenen Züge erweisen sich als bindegewebige sehnige Stränge, wie sie auch in anderen sehnigen Häuten gefunden werden. Die Fäden des Endocardium dagegen zeigen ein ganz eigenthümliches Gefüge, und erwecken bei ziemlicher Pellucidität einen Eindruck etwa von Streifen aus Epithelialmembranen geschnitten. Von dem Bau übrigens dieser Purkinje'schen Fäden wird weiter unten die Rede sein. In Bezug auf die Verbreitung derselben ergiebt schwache Vergrösserung fernerhin: In den Wandungen der Vorhöfe lassen sich die Fäden nicht entdecken. In den Chordae tendineae der Papillarmuskeln enden die Fäden stumpf, so dass die Klappen, da auch von der Basis her keine Fäden zu ihnen gelangen, frei von denselben sind. Weder Flächenansichten, noch senkrechte Durchschnitte der Klappen lassen etwas von den Fäden erkennen. Dasselbe gilt von den Valvulae semilunares.

Um die Verbreitung der Fäden in der Fläche des Endocardium genauer zu studiren, ist es nöthig, letzteres von der Muskelmasse abzulösen. Dies geschieht am besten durch vorsichtiges Abreissen mit zwei kleinen Pincetten: mit der einen fasst man das Endocardium, mit der anderen drückt man das Herzfleisch nieder, und löst damit die Adhäsionen. Sollten dieselben zu stark und ausgedehnt sein, so ist es nöthig, mit einem Messer in ähnlicher Weise nachzuhelfen, wie beim Abpräpariren der Muskelfascien, um zu starkes Abreissen zu verhüten. Solche Adhäsionen sind gar nicht selten. Es sind die mehr oder minder breiten Fortsätze und Ausläufer, welche das Endocardium zwischen grössere Abtheilungen der Muskulatur hineinschickt. Hat man ein grösseres Stück des Endocardium abgelöst, so breitet man es mit der Oberfläche nach unten auf einer Glasplatte aus. Da gewöhnlich hie und da noch grössere Muskelpartieen adhäriren, so kann man dieselben mit einer Pincette vorsichtig abzupfen, oder unter Wasser abpinseln. Hält man nun das Präparat gegen das Licht, so gewahrt man die Netze sehr deutlich, die in dem weisslichen Endocardium eine gelbliche Färbung besitzen.

Präparirt man einen von den oben erwähnten Fortsätzen des Endocardium im Zusammenhang mit demselben aus den Muskeln heraus, so erkennt man, dass auch in ihnen häufig die erwähnten Netze sich finden, und dass dieselben mit den Netzen im Endocardium in Zusammenhang stehen. Man schliesst hieraus, dass die Fäden auch in der Tiefe der Herzwandung zu finden sein müssen. Und Schnitte senkrecht zur Endocardiumfläche gemacht, bejahen dies. Am Besten werden dieselben von gehärteten Präparaten angefertigt. Hier erhalten die Fäden eine etwas röthere Tinction, als die Primitivbündel des Herzens, unterscheiden sich von ihnen übrigens auch durch ihren grösseren Durchmesser. An frischen Präparaten gelingen die Schnitte mit dem Doppelmesser am besten, weil dadurch Zerrung der Theile eher, als beim Gebrauch des Rasirmessers vermieden wird. Es ergiebt sich nun, dass die Fäden in der untersten Schicht des Endocardium liegen, jedoch stets durch eine mehr oder minder dicke Lage von Bindegewebe von den mehr we-

niger der Oberfläche parallel ziehenden Muskelbündeln getrennt sind. Das Endocardium über den Fäden ist ebenso dick, häufig noch dicker, als neben ihnen, so dass an feinen Schnittchen seine äussere Begrenzung eine über die Fäden gebogene Linie macht. Die Schnitte zeigen ferner, dass zwischen Endocardium und Muskulatur nicht immer bloss eine Schicht von Fäden liegt, sondern häufig zwei, drei und mehrere Schichten über einander. Dieselben liegen entweder der Oberfläche parallel, oder es streichen von ihnen Fäden nach unten zwischen grössere Partieen von Faserzügen der Muskulatur, um mit diesen weiter zu ziehen. So trifft man sie denn auch hie und da auf Durchschnitten, welche die ganze Herzwandung umfassen. Stets sind sie aber dann mit grösserer Menge Bindegewebe umgeben, und dadurch von den Zügen der eigentlichen Herzmuskulatur getrennt zu unterscheiden.

Durch die Höhle der Ventrikel spannen sich häufig muskulöse, vom Endocardium umkleidete Stränge. Besonders im rechten Ventrikel zeichnet sich ein solcher zwischen einem Papillarmuskel und der Wand ziehender Strang durch Grösse, Dicke und constantes Vorkommen aus. Im Centrum dieses Stranges und zuweilen auch in den anderen finden sich, in Bindegewebe eingebettet, Purkinje'sche Fäden in einer Anzahl von 10 — 20 — 30, während die peripherischen Schichten des Stranges von Bündeln aus Herzmuskelfasern eingenommen sind (Fig. 4). Diese sowohl, wie die Fäden, ziehen von einem Ende des Stranges zum andern, also wesentlich der Axe desselben parallel. Ausserdem laufen die Purkinje'schen Fäden, was noch besonders hervorgehoben werden mag, auch in dem Endocardium dieser Stränge.

Soviel über die Verbreitung der Purkinje'schen Fäden im Schafherzen. Was dieselbe bei anderen Thieren betrifft, so wird sie mehr durch das Mikroskop, als durch das blosse Auge oder vermittelst Lupenvergrösserung erkannt. Es findet dies hauptsächlich seine Begründung in der Beschaffenheit des Endocardium, zum Theil aber auch in der Beschaffenheit und Lage der Fäden. Dass die Fäden im Endocardium des Schafherzens leicht gesehen werden, liegt daran, dass das Endocardium dünn

und durchscheinend ist, und dass die Fäden das Licht etwas anders reflectiren, als die Züge der etwa in gleicher Höhe mit ihnen verlaufenden Herzmuskelbündel. Es lässt sich nun leicht verstehen, dass nur eine dieser beiden Bedingungen zu fehlen braucht, um das Gesehenwerden der Fäden zu verhindern. Zu dickes Endocardium verdeckt die Fäden z. B. beim Ochsen und Pferd. Besonders aber bei kleineren Thieren werden trotz eines feinen Endocardium die Fäden mit blossem Auge nicht gesehen, weil sie sich von den ebenso deutlich durchscheinenden Muskelzügen durch die Reflexion des Lichtes nicht in auffallender Weise unterscheiden.

Die Fäden sind von mir gefunden bei folgenden Thieren: Schaf, Rind, Schwein, Pferd, Hund, Gans, Taube, Huhn. Vergeblich gesucht habe ich sie beim Menschen, Katze, Hasen, Kaninchen, Maus und Frosch. Es sind dies, wie man sieht, zum grossen Theil nur Bestätigungen der Angaben früherer Autoren (s. den geschichtlichen Theil). Ein nach den Thierklassen geregeltes Vorkommen lässt sich danach in durchgreifender Weise nicht constatiren. Ueber die Art der Verbreitung der Fäden in diesen Thierherzen ergiebt die angestellte Untersuchung keine neuen Gesichtspunkte. Es bieten sich hier im Wesentlichen ähnliche Verhältnisse dar, wie beim Schafherzen. Was die Beschaffenheit der Purkinje'schen Fäden selbst betrifft, so ist sie allerdings nicht bei allen diesen Thieren ganz dieselbe. Von diesen Differenzen kann jedoch erst später die Rede sein.

Erklärung der Abbildungen.

e Endocardium (Fettzellen und Bindegewebe).
m Muskulatur des Herzens.
p Purkinje'sche Fäden.

Fig. 1. Purkinje'sche Fäden von der Fläche gesehen. Schafherz. Hartnack 4. I.

Fig. 2. Schnitt senkrecht gegen die Endocardiumfläche. Schafherz. Hartnack 4. I.

Fig. 3. Senkrechter Schnitt. In die Tiefe ziehende Fäden. Schafherz. Hartnack 4. I.

Fig. 4. Querschnitt des grössten Trabeculum carneum im rechten Ventrikel. Zahlreiche in der Axe ziehende durchschnittene Fäden. Schafherz. Hartnack 4. I.

Fig. 5. Purkinje'sche Fäden beim Pferdeherz. Hartnack 7. 1.

Fig. 6. Purkinje'scher Faden. Hundeherz. Hartnack 7. I.

Fig. 7. Purkinje'sche Fäden. Gansherz. Hartnack 4. III.

(Fortsetzung folgt.)

Anomaler Verlauf der Vena anonyma sinistra durch die Thymus.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

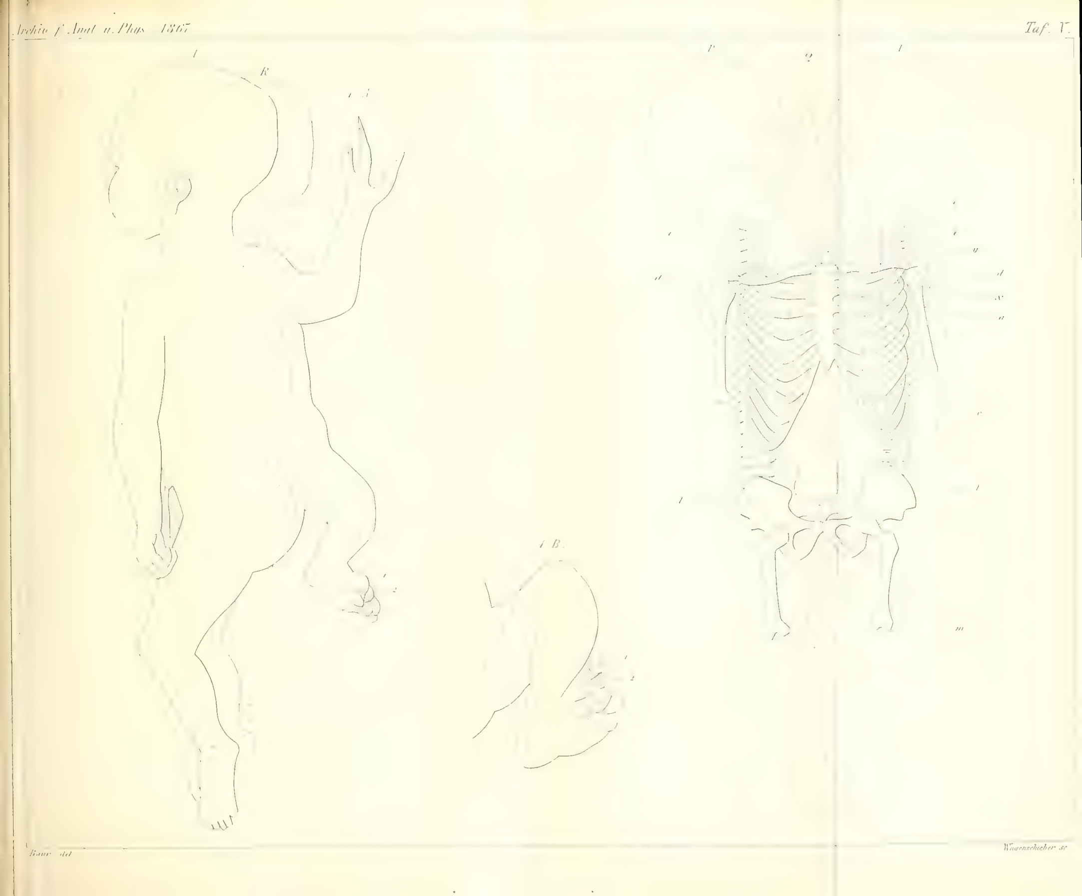
Astley Cooper[1]) hat die Vena anonyma sinistra in einem Falle „durch die Thymus," in einem anderen Falle „vor ihrer Cervicalportion" verlaufen gesehen. Bei E. Huschke[2]) wird des Heraufsteigens der Thymus sogar „hinter der Arteria anonyma" als eines sehr seltenen Vorkommens gedacht. Diese letztere Angabe ist unrichtig und wohl nur in Folge eines Druckfehlers entstanden.

Um die Häufigkeit des Vorkommens der von A. Cooper angegebenen Abweichung zu prüfen, wurde bei der Zergliederung von etwa 80—100 Embryonen- und Kinderleichen auf das Verhalten der Vena anonyma sinistra zur Thymus genaue Rücksicht genommen. Darunter ging in der That in zwei Fällen (bei einem männlichen und einem weiblichen Kinde) die Vena anonyma sinistra durch die Thymus. In beiden Fällen verlief die Vene so, dass sie den linken Seitenlappen vor sich und den rechten Seitenlappen hinter sich liegen hatte. In einem Falle waren die Lappen der Drüse über und unter dem Durchtritt der Vene durch eine Bindegewebsmembran knapp mit einander vereinigt.

---

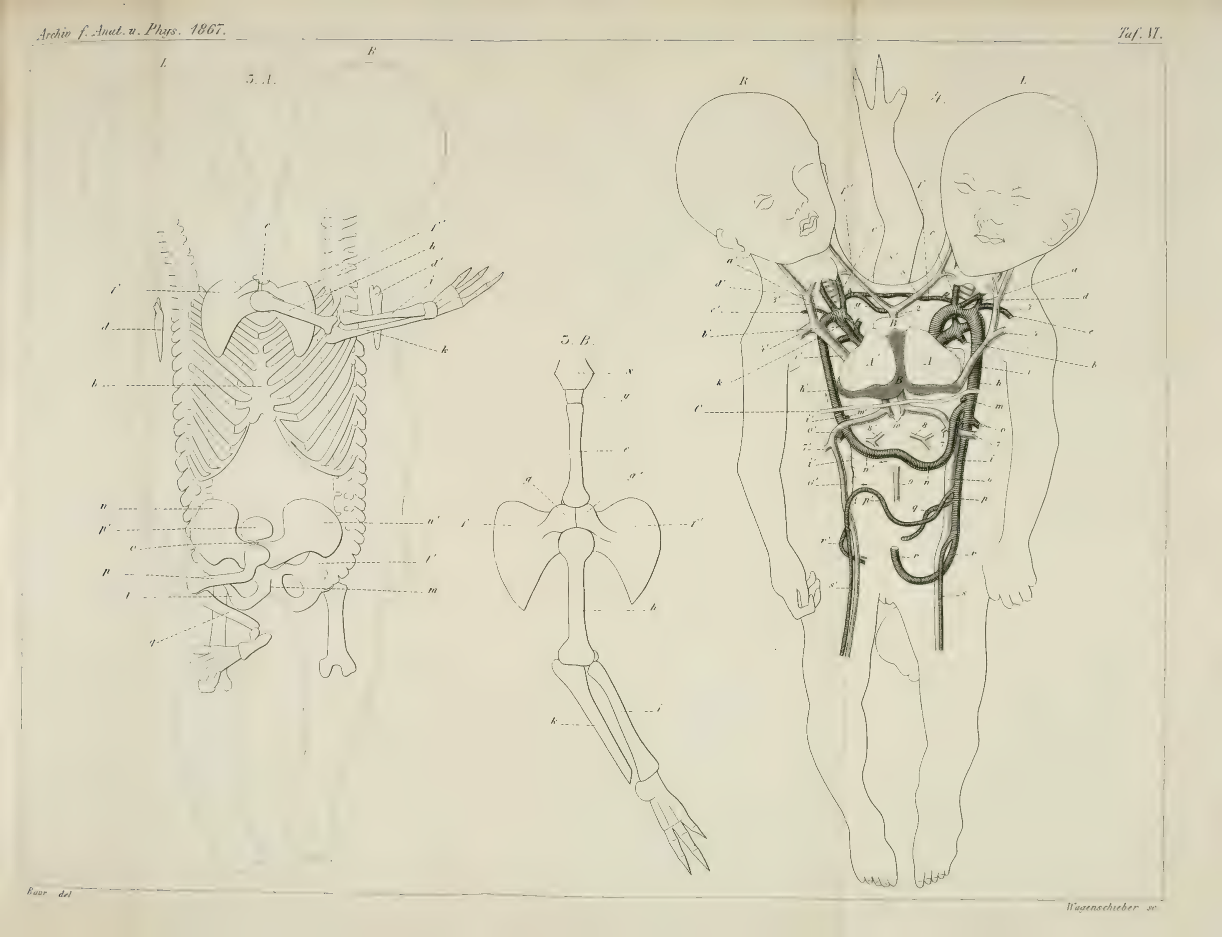
1) The anatomy of the thymus gland. London 1832. 4°. p. 21.

2) S. Th. Sömmering. Lehre v. d. Eingeweiden u. Sinnesorganen d. menschl. Körpers. Leipz. 1844. S. 300.



Baur del. Wagenschieber sc.

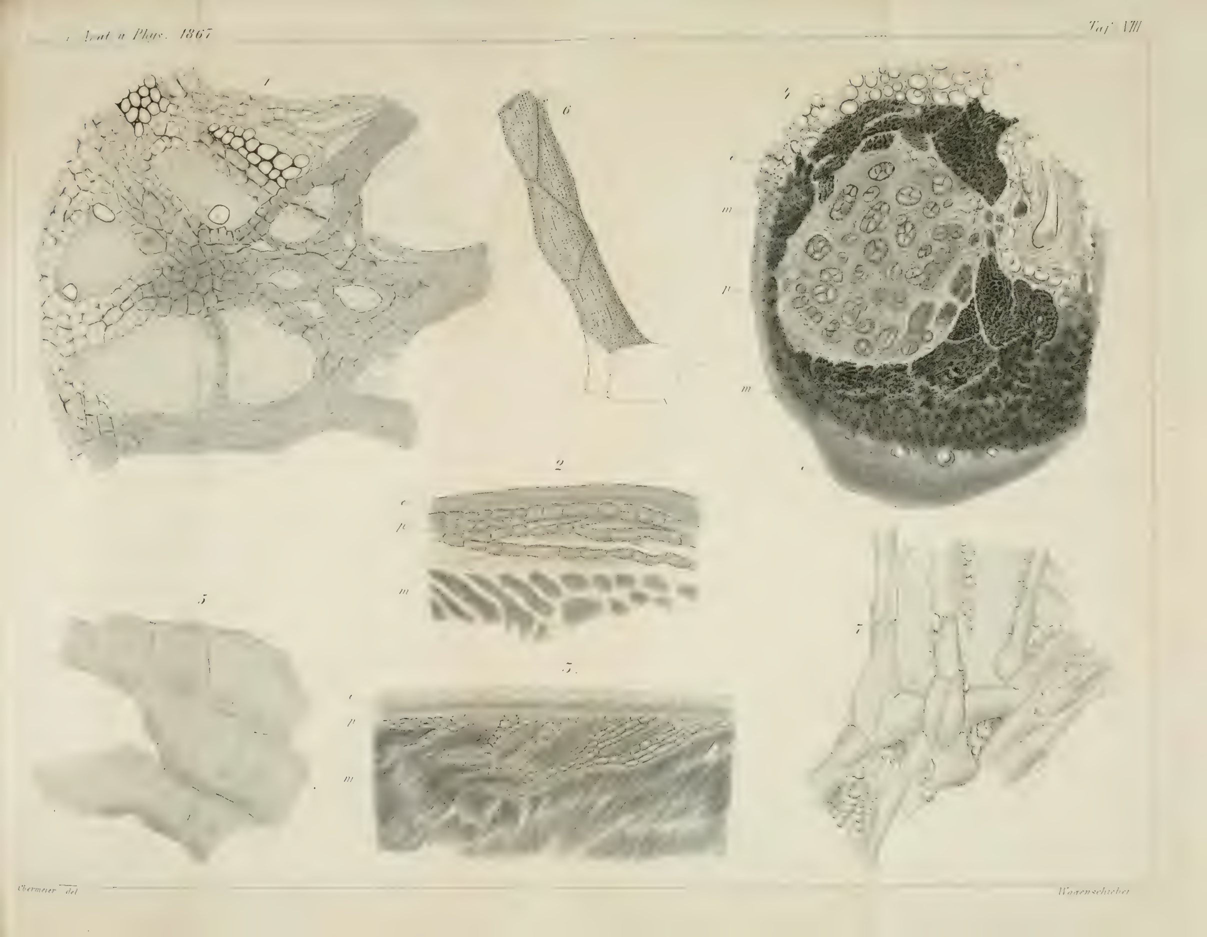



Archiv f. Anat. u. Phys. 1867.
Taf. VI.
3. A.
3. B.
4.
R
L
Baur del
Wagenschieber sc









Obermeier del. Wagenschieber



Ueber die Erscheinungsweise des Muskel- und Nervenstromes bei Anwendung der neuen Methoden zu deren Ableitung.

Von

E. du Bois-Reymond.

§. 1. Einleitung.

Mit Hülfe der neuen von mir beschriebenen Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken lassen sich jetzt leicht Fragen beantworten, an deren Entscheidung früher nicht zu denken war. Die Beseitigung der Ladungen, die Anwendung des mit verdünnter Kochsalzlösung angekneteten Thones statt der Eiweisshäutchen, das Arbeiten im feuchten Raume, die Beobachtung der Ablenkungen mit Spiegel, Fernrohr, Scale und Dämpfung, das neue Verfahren zur Messung der elektromotorischen Kräfte: alles Dieses macht es möglich, scharfe Messungen an Stelle der früheren schwankenden und untereinander nicht vergleichbaren Bestimmungen zu setzen, und es wird kaum einen Punkt des bereits durchforschten Feldes geben, wo nicht dergestalt Berichtigungen und Zusätze anzubringen wären. Vieles davon kann späterer Zeit überlassen werden, insofern das Fortschreiten in noch unentdecktes Gebiet im Augenblicke mehr Vortheil verspricht, als eine genauere Kenntniss des schon angebauten; anderes muss, so lästig ein solcher Aufenthalt dünken mag, sogleich in's Reine gebracht werden, insofern die Sicherheit fast jedes weiteren Fortschrittes davon abhängt.

Hierzu gehört die Untersuchung des zeitlichen Verlaufes

des Stromes der Muskeln und Nerven im ruhenden Zustande, unter den gewöhnlichen Umständen der Versuche. Das, was ich in meinen „Untersuchungen“ die Erscheinungsweise der thierisch-elektrischen Ströme am Multiplicator genannt habe,[1]) ist durch die Anwendung jener neuen Hülfsmittel jetzt so verändert, dass man kaum glaubt, es noch mit denselben Phänomenen zu thun zu haben. Ich hätte, was in dieser Beziehung mitzutheilen ist, bereits an seinem natürlichen Platz, in der „Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken“ [2]) besprochen, wäre ich nicht noch in der zwölften Stunde auf Dinge gestossen, die erst bis zu einem gewissen Punkt ergründet sein wollten, ehe eine Auseinandersetzung des Verhaltens möglich war.

§. 2. Unter den gewöhnlichen Umständen der Versuche ist die ableitende Vorrichtung jetzt frei von Polarisation und von secundärem Widerstande.

Die den thierisch-elektrischen Strom ableitende Vorrichtung an sich ist, unter den gewöhnlichen Umständen der Versuche, jetzt als frei von Polarisation und von secundärem Widerstande anzusehen. Es fehlt zwar darin nicht an Polarisationen, allein sie sind zu schwach, um sich bemerkbar zu machen. Schiebt man die Zuleitungsgefässe mit den vorderen Flächen ihrer Bäusche aneinander, sendet man den Strom einer Daniell'schen Kette eine halbe Minute hindurch, und verbindet man darauf schnell die Gefässe mit der Bussole, deren feine Rollen auf Null sind, so erfolgt ein Ausschlag von etwa 30^{sc} im umgekehrten Sinne des ursprünglichen Stromes. Er rührt her von der unter diesen Umständen doch nicht völlig verschwindenden Polarisation des verquickten Zinkes in der schwefelsauren Zinklösung. Der Ausschlag wird aber wegen des erhöhten Widerstandes bereits unmerklich, wenn man die Bäusche mit Thonschildern versieht und diese einander berühren lässt, vollends, wenn man einen

1) A. a. O. Bd. I. S. 234 ff.

2) Abhandlungen der Königl. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1862. Berlin 1863. S. 75.

Thonstab von den Maassen eines Muskels mit seinen Enden zwischen die Thonschilder klemmt.

Noch weniger kann sich hier etwas zu erkennen geben von der inneren Polarisation des mit der Zinklösung getränkten Fliesspapiers der Bäusche und des mit der 0,75 procentigen Kochsalzlösung angekneteten Thones, oder von der äusseren Polarisation an der Grenze der Zinklösung und der im Thon enthaltenen Kochsalzlösung. Ich habe diese Polarisationen, um besser darüber urtheilen zu können, mit Hülfe genau derselben Vorrichtungen und Versuchsweisen untersucht, die mir einst dienten, die innere Polarisation der feuchten porösen Halbleiter und die Polarisation an der Grenze ungleichartiger Elektrolyte zuerst zu erkennen und zu studiren,[1] nur mit dem Unterschiede, dass jetzt die Zuleitungsgefässe der Säule sowohl wie die des Multiplicators verquickte Zinkplatten in gesättigter schwefelsaurer Zinklösung enthielten.

Die Polarisation an der Grenze der gesättigten schwefelsauren Zinklösung und der 0,75 procentigen Kochsalzlösung ist negativ, und so stark, dass die Nadel des Nervenmultiplicators dadurch an die Hemmung geführt wurde, wenn die Kochsalzlösung zwischen Zinklösung 5″ lang dem Strom einer zwanziggliedrigen Grove'schen Säule ausgesetzt gewesen war. Sie ist ferner ausgezeichnet durch eine grössere Nachhaltigkeit, als sie mir bisher bei irgend einer anderen Combination vorgekommen ist. Sich selbst überlassen, auch zum Kreise geschlossen, blieb die Vorrichtung, wie es schien, in's Unbegrenzte polarisirt; um sie wieder gleichartig zu machen, musste der Strom in entgegengesetzter Richtung hindurchgeschickt werden. Diese Polarisation ist die Summe zweier negativen Polarisationen, deren eine da stattfindet, wo der Strom aus der Zink- in die Kochsalzlösung tritt, die andere da, wo er die letztere Lösung wieder für die erstere verlässt. Ich habe dies, wie bei jener früheren Gelegenheit für Kochsalzlösung und Schwefelsäure, mittels des an das Peltier'sche Kreuz erinnernden Verfahrens

---

1) Monatsberichte der Königl. Preuss. Akad. d. Wissensch. 1856. S. 395. 450.

nachgewiesen, indem ich die Zuleitungsgefässe der Säule und des Multiplicators über's Kreuz durch einen Zinkbausch und einen Thonstab verband, die sich in der Mitte berührten.[1])

Die innere Polarisation des mit der gesättigten Zinklösung getränkten Fliesspapieres und des mit der verdünnten Kochsalzlösung angekneteten Thones, die ich mittels der Hförmigen Anordnung untersuchte,[2]) fand ich dagegen so schwach, dass sie auch nach längerem Hindurchsenden des Stromes der zwanziggliedrigen Säule nur wenige Grade Ausschlag am Nervenmultiplicator erzeugten.

Dass diese Polarisationen bei den thierisch-elektrischen Versuchen nicht in Betracht kommen, und dass sich, mit Strömen dieser Ordnung, auch kein merklicher secundärer Widerstand in unserer Vorrichtung entwickelt, lehrt folgender Versuch. Schiebt man die Zuleitungsgefässe mit den zur Aufnahme der thierischen Theile bestimmten Thonschildern aneinander, oder bringt man zwischen letztere einen Thonstab von den Maassen eines Muskels in der oben erwähnten Art an, und sendet man, mittels des Compensators, durch die Vorrichtung und die Bussole einen von einer Grove'schen Kette entlehnten Stromzweig von der Ordnung des Muskelstromes, so sieht man, bei mehreren hundert Scalentheilen Ablenkung, den Faden anfangs unbeweglich auf der Theilung stehen. Im Laufe einer Stunde freilich ereignen sich, auch abgesehen von den Aenderungen des Nullpunktes, denen ich durch Verschieben der Scale mittels Zahn und Trieb begegne[3]), geringe, nicht zu vermeidende Schwankungen. In meinen Versuchen nahm innerhalb dieses Zeitraumes die Stromstärke gewöhnlich erst um etwa 0,01 zu, und näherte sich dann wieder ihrem ursprünglichen Werthe. Was also hier noch von Polarisation und secundärem Widerstande vorhanden war, trat zurück gegen andere geringfügige Umstände, die zufällig eine Erhöhung der Stromstärke verur-

---

1) A. a. O. S. 404.

2) A. a. O. S. 450.

3) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen u. s. w. S. 87.

sachten, wie die Erwärmung der Flüssigkeiten der Kette und des Nebenschliessdrahtes, das Eindringen der Zinklösung in die Thonschilder u. s. w.

Selbst mit viel stärkeren Strömen, und bei geringerem Querschnitt der durchströmten Thonmasse, bleibt der Erfolg der nämliche. Die Thonspitzen zweier meiner unpolarisirbaren Zuleitungsröhren wurden aneinander gedrückt, und der Strom einer fünfgliedrigen Grove'schen Säule eine Viertelstunde hindurch geschickt. Die Ablenkung wuchs von 64,8 auf 66,0, unstreitig durch Erwärmung der Spitzen; beim Umkehren des Stromes nur in den Zuleitungsröhren kam der Spiegel wieder auf 66,0, und keine Spur langsamen Wachsens gab sich kund, die auf das Verschwinden von secundärem Widerstande zu deuten gewesen wäre. In einem zweiten Falle, bei mehr dem Spiegel genäherten Rollen, stieg die Ablenkung zuerst von 135,0 auf 139,2, und sank dann auf 129,8, vermuthlich wegen Austrocknens der erwärmten Spitzen; beim Umlegen sprang sie auf 130,5, wohl wegen Polarisation des Zinkes, aber ohne eine Spur langsamen Wachsens. Ebenso war das Verhalten sogar mit zehn Groves.

§. 3. Die Muskeln und Nerven an sich sind innerlich polarisirbar, durch fremde Ströme sowohl wie durch ihren eigenen Strom.

Anders gestalten sich die Dinge, wenn man nunmehr auf die Thonschilder einen Muskel mit zwei symmetrischen Punkten des Längsschnittes, oder mit zwei künstlichen Querschnitten, möglichst stromlos auflegt, und dann einen Stromzweig von gleicher Stärke hindurchschickt wie vorher. Jetzt ist der Stromzweig nicht mehr beständig, sondern im Sinken begriffen, und wenn man die Vorrichtung, nachdem sie eine Zeit lang dem Stromzweig ausgesetzt war, plötzlich in den Bussolkreis aufnimmt, so erfolgt ein Ausschlag in der umgekehrten Richtung des Stromzweiges im Muskel, welcher nur von einer Polarisation der Vorrichtung herrühren kann. Dieser Ausschlag wächst mit der Dauer der Durchströmung, indem er sich einer Grenze nähert; er nimmt wieder ab und kehrt sich um, wenn der Strom umgekehrt wird. Wiederholt man mit einem Muskel

zwischen den Thonschildern den Eingangs beschriebenen Versuch mit der Daniell'schen Kette, so erfolgen, wo mit einem Thonstab zwischen den Thonschildern die Polarisation kaum merklich war, jetzt gegen 100^{sc} Ausschlag.

Die so durch Einführung des Muskels in die Vorrichtung ermöglichte Polarisation kann von zweierlei herrühren. Es kann erstens äussere Polarisation sein, an der Grenze des Muskels und des Thones, zweitens innere Polarisation des Muskelgewebes. Doch ist es äusserst unwahrscheinlich, dass die erstere Ursache hier einer irgend bemerkbaren Wirkung fähig sei. Dagegen ist die innere Polarisirbarkeit des Muskelgewebes leicht folgendermaassen zu erweisen. Man sendet durch den auf den Thonschildern der Zuleitungsgefässe liegenden Muskel den Strom eines Daniells. Dem Muskel sind zwischen den Thonschildern die Thonspitzen zweier unpolarisirbaren Zuleitungsröhren so angelegt, dass bei offenem Kreise des Daniells die zwischen den Spitzen befindliche Bussole keine Wirkung von Seiten des Muskels erfährt. Nachdem bei offenem Kreise der Bussole der Strom des Daniells hinlänglich lange durch den Muskel geflossen ist, wird durch eine Wippe der Kreis des Daniells geöffnet, der der Bussole geschlossen. Es erfolgt ein Ausschlag im umgekehrten Sinne von dem des Stromes des Daniells im Muskel.

Die nämlichen Erfahrungen, wie mit den Muskeln, kann man mit den Nerven machen. Auch durch die Einführung von Nerven in den Kreis wird unsere Vorrichtung polarisirbar. Es ist zweckmässig, sich zur Untersuchung dieses Verhaltens mehrerer Nerven zugleich zu bedienen, um den Widerstand zu vermindern und die Austrocknung zu verzögern. Der Magnetspiegel ist dabei durch Hauy'sche Compensation astatisch zu machen.

Nach der von Hrn. Helmholtz entwickelten Theorie [1]) werden die Nerven und Muskeln von dem Strome, den sie durch einen Kreis senden, dessen Enden ihnen angelegt sind, ebenso durchflossen, als hätte dieser Strom seinen Ursprung an

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1853. Bd. LXXXIX. S. 211. 353.

einer beliebigen Stelle jenes Kreises. Daraus folgt im Verein mit dem Vorigen, dass im Gebiete des Nerven- und Muskelstromes streng genommen ein beständiger Strom unmöglich ist. Die Nerven und Muskeln, in wirksamer Lage in den geschlossenen Kreis gebracht, müssen sich selber innerlich polarisiren, und ihr Strom müsste also an Stärke abnehmen, auch wenn die ihn erzeugende Kraft dieselbe bliebe.

Ehe wir indess untersuchen, ob dies in merklichem Grade der Fall sei, haben wir noch von gewissen Umständen Kenntniss zu nehmen, welche, wie sich mit den jetzigen Hülfsmitteln zeigt, die Kraft der thierischen Elektromotore beeinflussen.

§. 4. Die elektromotorische Kraft des Muskels hängt wesentlich davon ab, wie der Querschnitt berührt wird.

Die elektromotorische Kraft zwischen Längs- und künstlichem Querschnitt der Muskeln, bei denen wir zunächst verweilen, hängt nach meinen früheren Angaben bekanntlich ab: 1) von dem Ernährungszustande des Thieres; 2) von den Maassen des angewendeten Muskelstückes. Sie wächst, wie schon so oft gesagt, mit dessen Länge und Querschnitt. Sie ist also, bei gleicher Rüstigkeit der Thiere, an den Muskeln eines grösseren Frosches etwas grösser als an denen eines kleineren; und noch grössere Unterschiede bedingt der verschiedene Querschnitt der vier regelmässigen Oberschenkelmuskeln an einem und demselben Thier. Das Verhältniss der Kraft und Stärke an den vier Muskeln bei gleicher Länge ist übrigens noch genauer festzustellen, indem die Tabellen der Abhandlung „Ueber das Gesetz des Muskelstromes“ u. s. w.[1]), denen man dies Verhältniss sonst entnehmen könnte, in dieser Beziehung mit einem Fehler behaftet sind, der bald zur Sprache kommen wird. (S. unten §. 7.).

Dass die Negativität des Querschnittes am Sartorius und Cutaneus[2]) nahe den Enden kleiner als in einiger Entfernung

---

1) S. dieses Archiv, 1863. S. 521. 649.

2) Seit ich zum letzten Mal über die elektromotorischen Erschei-

davon gefunden wird, habe ich auch bereits in der mehrerwähnten Abhandlung gezeigt, und auf diese Beobachtung im Verein mit der Thatsache, dass das oberflächliche Anätzen des natürlichen Querschnittes der regelmässigen Muskeln durch eine entwickelnde Flüssigkeit dem Querschnitt seine gesetzmässige Negativität zuweilen nicht ertheilt, die Lehre von der parelektronomischen Strecke gegründet, im Gegensatz zu der von der parelektronomischen Schicht, wie ich sie nach den Beobachtungen am Gastroknemius und den ihm ähnlichen Muskeln aufgestellt hatte.[1]) Auch sonst kommen der Länge des Mus-

---

nungen an Froschmuskeln ausführlicher schrieb, ist die erste Abtheilung von Hrn. Alex. Ecker's „Anatomie des Frosches" (Braunschweig 1864) erschienen, eines Werkes, welches bestimmt ist, einem lange, häufig und tief gefühlten Bedürfniss der Physiologen abzuhelfen. Hr. Ecker vergleicht den bisher von mir nach Cuvier und Dugès (Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 496) als Adductor magnus bezeichneten Muskel zusammen mit dem Rectus internus derselben Autoren dem Gracilis des Menschen, und nennt ersteren den Rectus internus major, letzteren den Rectus internus minor. (A. a. O. S. 114. 115.) Für den häufigen Gebrauch, den die allgemeine Muskelphysik davon zu machen hat, sind dies zu schleppende Namen; ihre Aehnlichkeit begünstigt Irrungen, und sie lassen sich nicht charakteristisch abkürzen. Da es aber gerade die allgemeine Muskelphysik ist, um deren Interesse es sich hier handelt, und welche jenen Muskeln Bedeutung verlieh, so darf sie, bei der jetzt hier bezweckten Namenberichtigung, vielleicht ein Wort mitsprechen. Ich werde daher fortan den Adductor magnus den Gracilis, den in seinem Verlaufe mit der Haut verwachsenen Rectus internus den Cutaneus (femoris) nennen. Dass der Gracilis beim Frosch nicht gracil und der Cutaneus kein reiner Hautmuskel ist, weiss ich wohl; inzwischen leisten diese Namen sonst Alles, was sie sollen, und wer auf den ersteren Einwand hören wollte, dürfte auch beim Frosch nicht, wie Hr. Ecker, vom Semimembranosus, Semitendinosus, Cucullaris u. s. w. reden.

1) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 635. Ich benutze diese Gelegenheit, um zu bemerken, dass es mir seitdem gelungen ist, die für die Theorie der Parelektronomie entscheidende Beobachtung anzustellen, an der es damals noch fehlte. Zweimal ist es mir im Winter 1865—66, unter sehr zahlreichen, zu anderen Zwecken angestellten Versuchen, wieder begegnet, dass ein dem oberen sehnigen Ende des Cutaneus ganz nahe angelegter senkrechter Querschnitt sich

kels nach sichtlich Stellen von grösserer und geringerer Negativität des Querschnittes vor. Dadurch erklären sich die Wirkungen, die man nicht selten an Muskeln, welche an beiden Enden durch künstlichen Querschnitt begrenzt sind, dem Gesetze des Muskelstromes zuwider, zwischen symmetrischen Punkten des Längsschnittes beobachtet; ferner die Wirkungen zwischen zwei beliebigen Gesammtquerschnitten, wie auch zwischen entsprechenden Punkten zweier Querschnitte.

In allen diesen Fällen handelt es sich um die Vergleichung der Wirkungen verschiedener Muskeln, oder wenigstens verschiedener Querschnitte. Die Kraft und Stromstärke können nun aber auch am nämlichen, mit dem nämlichen künstlichen Querschnitt, und jedesmal so genau wie möglich mit dem Aequator des natürlichen Längsschnittes aufgelegten Muskelstück, unabhängig vom zeitlichen Verlauf, um eine sehr ansehnliche Grösse, bis um ein volles Drittel, verschieden ausfallen, und auch am aufliegenden Muskel kann man durch geringe Lageänderungen bedeutende Aenderungen seiner Kraft und Stromstärke bewirken, die Nichts mit den durch die Zeit herbeigeführten Schwankungen zu thun haben. Ich hatte auf diesen Punkt zwar auch schon früher gelegentlich hingewiesen,[1]) denselben jedoch noch nie so ergründet, wie es nöthig war, um für vergleichende Messungen an verschiedenen Querschnitten gebührend vorbereitet zu sein.

Jetzt habe ich zunächst ermittelt, dass die fraglichen Unterschiede nur zum kleinsten Theile von Verschiebungen des Ableitungspunktes am Längsschnitt herrühren, sondern fast ausschliesslich davon, wie der Querschnitt das Thonschild berührt. Wird er diesem angedrückt, so ist in der Regel die Kraft am kleinsten, während der Strom, der guten Leitung halber, verhältnissmässig stark erscheint. Fast ausnahmslos er-

---

schwach positiv, statt negativ gegen den Längsschnitt verhielt; und in dem einen Falle glückte es mir, festzustellen, dass der künstliche Querschnitt an dem abgeschnittenen Stücke negativ gegen den natürlichen war.

1) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 674.

folgt ein positiver Ausschlag, wenn bei compensirtem Strom durch Zurückziehen des Zuleitungsgefässes das Thonschild vom Querschnitt gelöst wird; und indem man das Thonschild nur mit gewissen Punkten des Querschnittes in Berührung lässt, gelingt es auch meist dauernd grössere Kräfte zu erhalten, als beim Andrücken an den Querschnitt, wenn auch, der schlechteren Leitung halber, der Strom verhältnissmässig schwach erscheint.

Diese Erscheinungen werden verständlich von zwei Gesichtspunkten aus; erstens durch die grössere Negativität der dem geometrischen Mittelpunkte des Querschnittes, oder dem einen Muskelpol, näher gelegenen Punkte; zweitens durch die von mir sogenannten Neigungsströme. Berührt der Querschnitt das Thonschild in grösserer Ausdehnung, so ist die mittlere Negativität des ersteren kleiner, als bei Berührung mit nur wenigen, der Mitte nahen Punkten; am kleinsten, wenn der Querschnitt dem Thonschild angedrückt wird, da alsdann auch alle solche Punkte an der Berührung Theil nehmen, die als dem Längsschnitt am nächsten am wenigsten negativ sind; ja, wie schon früher bemerkt,[1]) es leicht geschieht, dass durch Umlegen der Kante zwischen Quer- und Längsschnitt letzterer selbst in's Spiel kommt. Ist sodann der Querschnitt nicht völlig senkrecht, oder wird durch das Ankleben am Thonschilde ein Punkt des Querschnittes als Spitze eines Kegels hervorgezogen, dessen Mantel der Querschnitt bildet,[2]) so verhält der so vorspringende Punkt sich negativer als es bei senkrechtem oder ebenem Querschnitt der Fall sein würde: abermals ein Grund, weshalb bei stärkerem Andrücken des Thonschildes an den Querschnitt die Kraft kleiner ausfällt.

Die Gründe der hier betrachteten Schwankungen der Kraft sind somit klar genug; leider ist uns aber damit auch die Hoffnung benommen, diese Schwankungen zu beseitigen oder un-

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 503. — Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 669.

2) S. den Zusatz zu meiner Lehre von den Neigungsströmen in den Monatsberichten der Akademie, 1866, S. 387.

schädlich zu machen. Die Unmöglichkeit, die Berührung von Thonschild und Querschnitt genau zu regeln, bleibt eines der grössten, wenn nicht das grösste der Hindernisse für die Vergleichung der elektromotorischen Kraft verschiedener Muskeln oder desselben Muskels unter verschiedenen Umständen, und macht es nöthig, soll eine solche Vergleichung statthaft sein, ihr die Mittel aus sehr zahlreichen Versuchen zu Grunde zu legen.

Eine andere Störung, welche vorzüglich an den dünneren Muskeln, dem Sartorius, Cutaneus, und zwar besonders bei Winterfröschen, sehr lästig wird, besteht darin, dass sich die Muskeln tetanisch zusammenziehen. Alsdann findet man ihre Kraft ausnehmend vermindert, so dass von einem Vergleich mit der Kraft anderer Muskeln keine Rede ist. Die Kraft des Sartorius z. B. kann mit dem einen künstlichen Querschnitt zu 300 Compensatorgraden gefunden werden. Dann tritt Tetanus ein, und nun giebt der andere Querschnitt, oder auch der erstere, nur noch eine Kraft von etwa 80 solchen Graden. Eine Erholung aus diesem Zustande findet am ausgeschnittenen Muskel nicht statt, und Dehnen ändert das Verhalten nicht merklich. Man kann einen diesem Zustande völlig ähnlichen dadurch hervorrufen, dass man einen Sartorius Ammoniakdampf aussetzt.[1])

Was die Nerven betrifft, so hängt ihre Kraft bekanntlich gleich der der Muskeln vom Ernährungszustande und den Maassen ab. Ich glaube aber auch einen beständigen Unterschied der Negativität des oberen und des unteren Querschnittes zu Gunsten des ersteren am Ischiadnerven des Frosches beobachtet zu haben, so dass beim Auflegen beider Querschnitte der Nerv einen absteigenden Strom giebt, beim Auflegen zweier Längsschnittspunkte der Aequator abwärts verschoben erscheint. Herr Dr. Leube ist mit der Untersuchung dieses Gegenstandes in meinem Laboratorium beschäftigt. Auch von den Nerven gilt natürlich, was von den Muskeln rücksichtlich des Einflusses der Berührung zwischen Querschnitt und Thonschild gesagt wurde; nur dass die Kleinheit des Querschnittes nicht erlaubt,

---

1) Vergl. Kühne, in diesem Archiv, 1859. S. 224.

diesen Einfluss, wie an den Muskeln, auf seine jedesmaligen Gründe zurückzuführen.

§. 5. Vom zeitlichen Verlauf der elektromotorischen Kraft und der Stromstärke am aufliegenden Muskel. Die innere Polarisation des Muskels durch seinen eigenen Strom kommt nicht in Betracht neben den sonstigen Schwankungen der Kraft.

Habe ich einen M. gracilis (S. oben S. 264 Anmerk.) oder semimembranosus bei offenem Kreise mit natürlichem Längs- und künstlichem Querschnitt auf die Thonschilder meiner Vorrichtung gebettet und schliesse ich den Kreis mittels des Schlüssels, so verschiebt sich das Bild der Theilung pfeilschnell im bekannten Sinne des Muskelstromes, kommt aber, vermöge der Dämpfung, nach wenigen Secunden zur Ruhe in einer Ablenkung von 200 — 400 ^{sc}. An meinem Compensator, bei seiner jetzigen Aufstellung, und mit einer grösseren Grove'schen Kette als Maasskette, findet sich die entsprechende Kraft zu 250—550 $^{Cgr.}$ (Compensatorgraden [1]).

Ein Ischiadnerv vom Frosch giebt unter denselben Umständen höchstens 25 ^{sc} Ablenkung; [2]) bei gehörig astatischem Spiegel jedoch gelingt es leicht, diese Ablenkung zu verzehnfachen. Die elektromotorische Kraft, am Compensator gemessen, findet sich zu 100—150 Graden.

Bleibt der Muskel unverrückt liegen, so sieht man das Scalenbild sich meist der Gleichgewichtslage nähern. Das Sinken der Ablenkung beträgt in den ersten fünf Minuten etwa 20 ^{sc} und nimmt in der Regel an Geschwindigkeit ab. Misst man von Zeit zu Zeit die Kraft am Compensator, so findet man auch diese in allmählicher, immer langsamer werdender Abnahme begriffen.

Bei den dünneren Muskeln ist die Abnahme der Wirkun-

---

1) Ueber den absoluten Werth dieser Compensatorgrade vergl. die binnen Kurzem folgende Abhandlung „Ueber die elektromotorische Kraft der Muskeln u. s. w.“

2) Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. S. 84.

gen geschwinder. Aber selbst in jenem Falle ist sie bereits zu beträchtlich, um sie allein der inneren Polarisation der Muskeln durch ihren eigenen Strom zuzuschreiben. Um zu prüfen, ob diese Polarisation daran überhaupt einen merklichen Antheil habe, stellte ich mit Muskeln, die sich sonst unter möglichst gleichen Umständen befanden, vergleichende Versuchsreihen über den zeitlichen Verlauf ihres Stromes an, je nachdem 1) der Kreis dauernd geschlossen gehalten wurde, so dass der Muskel sich selber polarisirte, ausgenommen in den Zeiträumen, welche nöthig waren, um die elektromotorische Kraft zu messen; 2) der Kreis dauernd offen stand, so dass der Muskel sich nicht polarisirte, ausgenommen in den Zeiträumen, welche nöthig waren, um die Stromstärke abzulesen und die Compensation herbeizuführen; 3) der Kreis zwar dauernd geschlossen, dabei aber der Muskelstrom compensirt wurde, so dass der Muskel sich nicht polarisirte, ausgenommen in den unter (2) genannten Zeiträumen; 4) der Muskel nicht dauernd auf den Thonschildern lag, sondern nur von Zeit zu Zeit in möglichst gleicher Art darauf gebracht wurde, wobei der Muskel sich also abermals nicht polarisirte, ausgenommen in den unter (2) und (3) genannten Zeiträumen. In allen vier Fällen geschah die Prüfung der Stromstärke und Kraft von fünf zu fünf Minuten eine Stunde lang.

Kommt bei der Abnahme der Muskelstromkraft die innere Polarisation in Betracht, so musste in den drei letzten Fällen diese Abnahme eine langsamere sein, als in dem ersten. Dies gab sich nicht deutlich zu erkennen, obschon die Versuche meist am Sartorius angestellt wurden, an dem, wegen seiner Dünne, abgesehen von dem zu rasch absterbenden Cutaneus, die Polarisation am ehsten bemerkbar werden könnte. Ebensowenig gelang es 5), ein abwechselnd schnelleres und langsameres Sinken der Stromstärke und Kraft dadurch herbeizuführen, dass der Kreis abwechselnd fünf Minuten geschlossen und fünf Minuten offen gehalten wurde.

Die aus anderen Gründen erfolgende Abnahme der Muskelstromkraft, welche bald schneller, bald langsamer vor sich geht, verdeckt also die durch die innere Polarisation bedingte

Schwächung so, dass letztere sich wenigstens im einzelnen Versuch nicht darthun lässt; was jedoch gelingen müsste, wenn man das Mittel aus einer hinlänglich grossen Zahl von Versuchen zöge.

Hiernach ist zu berichtigen, was ich bei früheren Gelegenheiten über die Beständigkeit des Muskelstromes bei offenem, und sein Sinken bei geschlossenem Kreise gesagt habe.[1] Ich bin damals durch einen besonderen Umstand getäuscht worden, den ich erst seitdem, bei ausdrücklich auf diesen Punkt gerichteten Bemühungen, unterscheiden gelernt habe. Es ist der, dass nicht selten der Muskelstrom, anstatt zu sinken, kürzer oder länger nach dem Auflegen steigt, dann beständig bleibt, und nun erst sinkt. Zwischen diesem Zustande und dem, wo das Sinken sofort beginnt, liegt ein solcher, wo der Strom längere Zeit ganz beständig erscheint. Die Beständigkeit ist zuweilen so gross, dass während einer Viertelstunde die Stromstärke sich nicht um 0,005 ändert. Solchem Verhalten war ich zufällig begegnet, als ich mit offenem Kreise oder mit compensirtem Muskelstrom einzelne Versuche anstellte, aus denen ich voreilig schloss, dass der Muskelstrom längere Zeit beständig bleibe, wenn ihm nicht Gelegenheit werde, den Muskel innerlich zu polarisiren.

§. 6. Die öfter vorkommende Zunahme der Muskelstromkraft in der ersten Zeit nach dem Auflegen wird näher untersucht.

Das Ansteigen des Muskelstromes nach dem Auflegen — eine Erscheinung, welche natürlich mit polarisirbaren Elektroden sich der Beobachtung entzog — ist unter Umständen so beträchtlich, dass die Stärke um mehr als den vierten Theil zunimmt, und findet alsdann in den ersten Augenblicken mit solcher Lebhaftigkeit statt, dass man das Scalenbild am Faden

1) Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. S. 93. Anm. 1. — Ueber das Gesetz u. s. w. 1863. S. 662. Vergl. ebendas. über Wirkungen, die der inneren Polarisation der Muskeln zugeschrieben werden könnten, S. 586. 666. 667.

vorbeiwandern sieht. Die Dauer dieses Wachsthums beläuft sich auf 1 bis 20 Minuten. Der Compensator zeigt, dass es sich dabei wesentlich um ein Wachsen der elektromotorischen Kraft handelt; obschon, wie noch genauer erörtert werden soll, auch der Widerstand sinkt.

Das Steigen der Kraft sieht man am häufigsten an den dickeren Muskeln, dem Gracilis und Semimembranosus, viel seltener am Sartorius, am seltensten am Cutaneus, und zwar kommt es am oberen künstlichen Querschnitt der dickeren Muskeln öfter und stärker vor, als am unteren. Es ereignet sich zuweilen, dass man es mit einem bestimmten Querschnitt nicht beobachtet, d. h. dass der davon abgeleitete Strom sinkt, dass aber das Steigen sich kundgiebt, nachdem man einen neuen Querschnitt angelegt hat. Auch sieht man von den beiden künstlichen Strömen, dem oberen und dem unteren,[1]) den einen abnehmen, den anderen, meist alsdann den oberen, zunehmen, obschon man diesen zuletzt beobachtet. Es ist gleichgültig, ob das Thier eben getödtet ist, oder ob die Muskeln schon längere Zeit des Kreislaufes beraubt sind und sich der Starre nähern; ob sie in der Haut aufbewahrt wurden oder der Luft ausgesetzt waren; ja die Erscheinung wird durch längeres Liegenlassen des Thieres nach dem Tode eher begünstigt. Auch beim Auflegen mehrere Stunden alter Querschnitte, ja beim wiederholten Auflegen von Querschnitten, .deren Kraft schon einmal den Gipfel erreicht hatte, kommt das Wachsen vor.

Aehnliches giebt sich kund in Bezug auf den schwachen Strom zwischen verschiedenen Punkten des Längsschnittes. Hier ist es sogar die Regel, dass man den Strom im Wachsen begriffen findet, und das Wachsen kann eine Verdoppelung der ursprünglichen Stromstärke herbeiführen. Auch ist es etwas ganz Gewöhnliches, dass der Strom zwischen Aequator und einem dem Querschnitt nahen Punkte noch wächst, zu einer Zeit, wo der Strom zwischen Längs- und Querschnitt selber bereits wieder sinkt, oder an einem Ende des Muskels, oder auch an einem Muskel überhaupt, wo gar kein Steigen des

---

1) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 675.

letzteren Stromes beobachtet wird. Während das Steigen des Stromes zwischen Längs- und Querschnitt, wie bemerkt, an den dünneren Muskeln, dem Sartorius und Cutaneus, viel seltener vorkommt, sieht man die Längsschnittsströme daran wie an den dickeren Muskeln wachsen.

Die Längsschnittsströme sieht man auch an den Nerven wachsen, während der Strom zwischen dem Längs- und Querschnitt hier stets sinkend angetroffen wird.

Endlich auch den Strom zwischen verschiedenen Punkten eines senkrechten künstlichen Querschnittes habe ich wachsen sehen.[1]) Dagegen ist mir dies mit den Neigungsströmen in wiederholten Versuchen nicht geglückt.

Das Steigen des Längsschnittsstromes und das des Stromes vom Längs- zum Querschnitt stellen sich nach dem Vorigen als von einander unabhängige Vorgänge dar.

Was das Erstere betrifft, so kann wohl kaum ein Zweifel sein, dass wir darin die Entstehung der schwachen Ströme des Längs- und Querschnittes auf der That ertappt haben, wie ich dieselbe, auf Grund der Theorie des Hrn. Helmholtz, in der Abhandlung „Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w." erläutert habe.

Der überall mit peripolaren Gruppen gleich starker dipolarer Molekeln erfüllte Muskel würde nur den Strom zwischen Längs- und Querschnitt zeigen. Damit in einem passend angelegten Bogen die schwachen Ströme des Längs- und des Querschnittes hervortreten, muss der Muskel an Längs- und Querschnitt mit einer unwirksamen oder geschwächten Schicht umgeben sein.

Bis auf die jüngste Zeit bot die Entstehung dieser Schicht am ausgeschnittenen Muskel beiläufig eine Schwierigkeit dar. Nach Hrn. G. v. Liebig's Angaben über die höhere Lebensdauer ausgeschnittener Muskeln in Sauerstoff und atmosphärischer Luft im Gegensatz zu Wasserstoff und Stick-

1) Ueber die Art, diesen Strom an Froschmuskeln zu beobachten, vergl. die Abhandlung: „Ueber das Gesetz u. s. w." A. a. O. S. 546. 562.

stoff hätte man sich denken sollen, dass gerade die oberflächlichen Schichten des Muskels, weil im Verkehr mit dem atmosphärischen Sauerstoff bevorzugt, ihre Lebenseigenschaften länger behalten würden, als die inneren, jenem Verkehr entzogenen Schichten. A. a. O., S. 586, suchte ich dieser Schwierigkeit durch die Bemerkung zu entgehen, dass es keine Art gebe, die thierischen Gebilde auf ihre Ströme zu prüfen, wobei nicht ihre oberflächlichen Schichten einer Aenderung ihres Wassergehaltes ausgesetzt seien. Durch die neuen Untersuchungen von Hrn. Lud. Hermann ist dieser Widerspruch beseitigt. Danach treten die ausgeschnittenen Muskeln mit dem Sauerstoff eines umgebenden Gasgemenges in keinen physiologischen, d. h. in keinen Verkehr, der einer Fortsetzung ihrer Athmung gliche, sondern der Sauerstoff bewirkt im Gegentheil an ihrer Oberfläche Zersetzungen, die als der Anfang der Fäulniss anzusehen sind, und die Hr. Hermann unter dem Namen der Oberflächenzehrung begreift[1]).

Es ist also völlig in der Ordnung, dass am Umfange des ausgeschnittenen Muskels sich eine geschwächte Schicht bildet; und da die Stärke der Längsschnittsströme in Bezug auf Dicke und Leitungsgüte der geschwächten Schicht ein Maximum haben muss,[2]) ist es ganz verständlich, dass es oft gelingt, in der ersten Zeit nach dem Auflegen jene Ströme noch wachsen zu sehen, sowie dass dies selbst da vorkommt, wo die Negativität des zugehörigen Querschnittes im Sinken begriffen ist. Denn die Zunahme des Längsschnittsstromes wegen wachsender Dicke und Leitungsgüte der geschwächten Schicht kann die Abnahme wegen sinkender elektromotorischer Kraft übertreffen. Ebenso würde natürlich das Wachsen der Ströme zwischen verschiedenen Punkten eines senkrechten Querschnittes aufzufassen sein und die nämliche Erklärung passt für das Wachsen der Längsschnittsströme der Nerven.

Ungleich schwerer ist es, sich eine befriedigende Vorstel-

1) Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln, ausgehend vom Gaswechsel derselben. Berlin 1867. S. 41. 42.

2) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 583. 584.

lung zu bilden über die Ursache des Steigens des Stromes zwischen Längs- und Querschnitt selber.

Was zunächst einleuchtete, war, dass die Ursache hiervon nicht gesucht werden durfte in dem Anlegen eines leitenden Bogens an den Muskel, oder dem Schliessen des Muskels zum Kreise, mit anderen Worten, dass es sich dabei nicht um eine Wirkung des in den Multiplicator abgeleiteten Stromarmes handelte, also z. B. um eine Art von positiver Polarisation des Muskels. Dies folgt bereits daraus, dass das Steigen auch bei compensirtem Strome vorkommt. Man kann aber auch unmittelbar beobachten, dass die Kraft zu wachsen fortfährt, wenn man den Kreis öffnet, indem man sie bei erneutem Schlusse grösser findet als vorher.

Eine andere, sehr nahe liegende Vermuthung war, dass eine Temperaturerhöhung die Ursache des Steigens sei. Dem würde nicht widersprechen, dass das Steigen sich oft als eine nur örtliche Erscheinung darstellt, insofern man es nur an dem zweitaufgelegten Ende des Muskels wahrnimmt. Denn man kann sich denken, der zeitliche Verlauf der Kraft sei das Ergebniss zweier entgegengesetzter Wirkungen, deren eine das zeitweise Steigen, die andere das Sinken nach der Zurichtung bedinge. An Nerven und an dünnen Muskeln, wie dem Sartorius, Cutaneus, und so auch am dünneren Ende des Semimembranosus, an künstlichen Muskelrhomben habe das Sinken regelmässig die Oberhand; aus unbekanntem Grunde auch meist am unteren Ende des Gracilis; minder oft am oberen Ende dieses Muskels und des Semimembranosus. Bei dieser Vorstellung kann man also dem Steigen der Kraft, trotz dessen scheinbarer Oertlichkeit, eine überall im Muskel oder Nerven wirksame oder allgemeine Ursache, gleich der Temperaturerhöhung, unterlegen; indem man die Oertlichkeit vielmehr der entgegenwirkenden Ursache zuschreibt, die das gleichzeitige Sinken der Kraft bedingt.

Allein erstens ist es noch gar nicht gewiss, dass eine Temperaturerhöhung die Kraft der Froschmuskeln erhöhe. Nach Hrn. Matteucci und Hrn. Cima sollen die Muskeln von Fröschen, welche in niederer Temperatur verweilten, einen schwä-

cheren Strom liefern; der Strom soll sich heben, wenn man die Frösche wieder erwärme[1]). Ich lasse es dahingestellt sein, ob diese schwer tadelfrei anzustellenden Beobachtungen richtig seien. Aber sie könnten es in vollem Maasse sein, ohne uns hier der Entscheidung näher zu bringen: denn es könnte die Verlangsamung des Kreislaufes und Hemmung des Stoffwechsels, wie sie bei wechselwarmen Thieren die Erkältung begleitet, die Schwächung des Gegensatzes von Längs- und Querschnitt mittelbar bedingen, ohne dass am ausgeschnittenen Muskel dieser Gegensatz, wenn er einmal da ist, durch die Temperatur verändert würde. Und es ist mir nicht gelungen, eine Versuchsweise zu ersinnen, um dies mit Schärfe zu prüfen. Die vergeblichen Versuche, die ich dazu anstellte, verweise ich in eine Anmerkung,[2]) um nicht

1) S. meine Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 28.

2) Zuerst tauchte ich einfach die Muskeln, nachdem ich ihre Kraft gemessen, bei gewöhnlicher Zimmerwärme in 30° C. warme, 0,75procentige Kochsalzlösung, liess sie so lange darin, dass ich annehmen konnte, sie seien durchwärmt, und legte sie dann zum zweitenmale auf, nachdem ich sie mit Fliesspapier getrocknet hatte. Das Ergebniss war stets eine grössere oder geringere Kraftabnahme. Offenbar liess sich aber so eine kleine Kraftzunahme nicht bemerken. Dazu war es nöthig, dass der Muskel unverrückt auf den Bäuschen liegen bleibe. Dabei war es aber wieder schwierig, den Muskel zu durchwärmen, dessen Leitungsvermögen für die Wärme sehr klein ist, wie aus den Versuchen Küchenmeister's über die Temperatur im Inneren grösserer Stücke Bratens und Kochfleisches erhellt. Das Benetzen des aufliegenden Muskels mit 35° warmem Mandelöl blieb ganz wirkungslos. Als ich einen heissen Wasserdampfstrahl gegen den Muskel richtete, erhielt ich bald Zu- bald Abnahme der Kraft. Besser war der Erfolg, als ich dem Muskel einen glühenden Bolzen näherte. Ich erhielt dabei stets eine Erhöhung der Kraft um einen kleinen Bruchtheil, so von 349,5 auf 358,3 ^{Cgr}; nach Entfernung des Bolzens sank die Kraft sofort wieder (auf 344,0), liess sich aber durch Annäherung des Bolzens noch mehrmals in die Höhe treiben. Dies scheint zugleich zu beweisen, dass die Erhöhung der Kraft nicht auf Trockniss des Muskelumfanges beruhte, wodurch eine Nebenschliessung geschwächt, oder, wegen der Schrumpfung, der Umfang des Querschnittes vom Thonschild abgelöst und so die mittlere Negativität des Querschnittes erhöht würde. Auch gelang es nicht, Erhöhung der Kraft dadurch zu erzielen, dass ich dicht unter dem aufliegenden Muskel ein

den Gang der Erörterung dadurch länger, und auf alle Fälle nutzlos, zu unterbrechen; denn das Steigen der Kraft findet auch unter Umständen statt, wo zu keiner irgend merklichen Temperaturänderung Anlass ist, wie in dem Falle, wo die zugerichteten Muskeln eine Zeit lang im Laboratorium in einer feuchten Kammer neben der die Zuleitungsgefässe enthaltenden Kammer verweilt haben.

Ebensowenig ist sodann zu denken an das Verschwinden einer Nachwirkung der letzten während des Lebens stattgehabten Zuckungen[1]). Denn die Erscheinung stellt sich auch an den Muskeln von Thieren ein, welche nach dem Tode längere Zeit, 24 Stunden und mehr, ruhig liegen blieben; ja sie tritt sogar unter diesen Umständen vorzüglich stark auf. Selbst an einem mit Curara vergifteten Frosche wurde 24 Stunden nach dem Tode gelegentlich das Steigen beobachtet.

Auch durch das Verschwinden einer negativen Polarisation könnte das Steigen erklärt werden; allein es fehlt an Allem, um diese Vermuthung zu rechtfertigen.

Von einer, im Vergleich zu der im lebenden Thiere statt-

Gefäss mit Schwefelsäure anbrachte, obschon ein neben dem Muskel isolirt aufliegender Nerv den zugehörigen Gastroknemius tetanisirte. Es scheint danach in der That, als ob die Temperaturerhöhung einen Zuwachs der Kraft bedinge, doch ist nicht unbedenklich, dass bei diesem Verfahren die Temperatur nicht im ganzen Muskel und an beiden Berührungsstellen mit den Thonschildern gleichmässig erhöht wird, so dass die Möglichkeit einer Hydrothermowirkung nicht ausgeschlossen ist. Dass die Strahlung des Bolzens den Muskel bis zu einer gewissen Tiefe durchdringt, unterliegt keinem Zweifel, denn ein Thermometer, dessen Kugel ich mit den Bauchmuskeln eines Frosches umwickelt hatte, stieg beim Annähern des Bolzens von 12 auf 27° C. Unmittelbar darauf konnte ich diese Muskeln mittels des Zinkplatinbogens zucken lassen. Merkwürdig ist jedenfalls, wie verschieden hiernach beim Bestrahlen durch den Bolzen sich Muskeln und Nerven verhalten. Von den letzteren zeigte ich bekanntlich, dass sie dabei ihre Kraft vorübergehend ganz einbüssen, ja dass deren Richtung sich umkehrt. (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 550).

1) Ueber die Nachwirkung des Tetanus vergl. meine Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 151.

findenden Athmung, unter dem Einfluss des atmosphärischen Sauerstoffes gesteigerten postmortalen Athmung kann nach den oben, S. 273, angeführten neueren Untersuchungen die Rede nicht mehr sein. Ohnehin sprach schon früher gegen jene Vorstellung, dass auch einzelne ausgeschnittene Muskeln, längere Zeit im feuchten Raume kalt aufbewahrt, die Erscheinung zeigen. Diese hätten hinlänglich Zeit gehabt, Sauerstoff physiologisch zu absorbiren, und doch steigt ihre elektromotorische Kraft, wenn man sie querdurchschnitten auf die Bäusche bringt.

Dass und wie die Austrocknung des Muskelumfanges eine Erhöhung der Kraft bedingen könne, ist schon so eben, in der Anmerkung auf S. 275, angedeutet worden. Es ist fraglich, ob es sich mit dieser Erklärung vertragen würde, dass der Längsschnittsstrom nicht selten steigt, wo der Strom vom Längs- zum Querschnitt sinkt. Die Erörterung hierüber durchzuführen, möchte sich nicht lohnen; denn einmal ist es uns (S. oben ebendas.) nicht gelungen, durch künstlich beförderte Trockniss eine Erhöhung der Kraft zu bewirken, für's zweite wird das Steigen der Kraft auch im feuchten Raume beobachtet, wo keine Trockniss stattfindet.

Dagegen scheint nunmehr folgender Umstand eher zur Erklärung der räthselhaften Erscheinung geeignet. Am Querschnitt stirbt bekanntlich eine mehr oder minder dicke Schicht bald ab, und wird dabei sauer. Um den Einfluss zu prüfen, den diese Säurung möglicherweise in elektromotorischer Beziehung ausübt, mass ich zuerst die Kraft eines wie gewöhnlich auf die Thonschilder gebrachten M. gracilis oder semimembranosus, bestrich dann den Querschnitt mit verdünnter Milchsäure, oder brachte ein damit getränktes Fliesspapierscheibchen zwischen den Querschnitt und das entsprechende Thonschild, und mass dann von Neuem die Kraft. Es zeigte sich regelmässig eine nicht unerhebliche Erhöhung der Kraft,[1] so dass die natürliche

1) Ich habe noch mit anderen Flüssigkeiten als mit Milchsäure ähnliche Versuche angestellt. Essigsäure wirkte wie Milchsäure. Schwefel- ($SO_4H:HO::1:3$), Salpeter-, Chlorwasserstoff-, Phosphorsäure wirkten minder stark, oft ging der Erhöhung der Wirkung eine Ver-

Säurung des absterbenden Querschnittes unstreitig einer elektromotorischen Wirkung fähig ist, wie wir sie brauchen, um das Steigen der Kraft zu erklären. Zwischen einem alten und einem frischen Querschnitt findet man, wie ich früher zeigte,[1] allerdings keinen beständigen elektromotorischen Unterschied. Diesem Einwande liesse sich indess mit der Bemerkung begegnen, dass, da zwischen zwei Querschnitten keine Kraft von beständiger Grösse und Richtung herrscht, unser jetziger Versuch vielleicht geeigneter als der damalige ist, um die elektromotorische Wirkung der Säurung wahrzunehmen; wonach die Bedeutung des letzteren im Grunde nur wäre, dass der durch den Altersunterschied der Querschnitte gesetzte elektromotorische Unterschied sich inmitten der unregelmässigen Wirkungen zweier Querschnitte überhaupt nicht geltend machen kann.

Verständlich würde so, dass an älteren Präparaten die Erscheinung stärker hervortritt, als an frischen; denn der Querschnitt absterbender Muskeln wird sich schneller säuern, als der

---

minderung vorauf, und einigemale erfolgte nur eine solche. Namentlich war dies der Fall, wenn der Querschnitt mit den Flüssigkeiten benetzt, anstatt dass ein damit getränktes Fliesspapierscheibchen zwischen Querschnitt und Thonschild gebracht wurde. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, dass die im Vergleich zur Milch- und Essigsäure besser leitenden Säuren, indem sie die Grenze vom Quer- zum Längsschnitt überschreiten, eine schwächende Nebenleitung herstellen (vgl. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 57. 78). Zwischen Längsschnitt und Thonschild gebracht, erzeugten alle Säuren ausnahmslos eine ansehnliche Schwächung der Kraft, indem hier zur Bildung einer Nebenschliessung die Gelegenheit fehlt. Sehr befremdend ist nun aber, dass, als ich die nämlichen Versuche an Quer- und Längsschnitt mit alkalischen Flüssigkeiten — mit Kalihydratlösung, mit Ammoniakflüssigkeit, mit doppeltkohlensaurer Natronlösung (bei 19° C. gesättigt sowohl wie mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt) — wiederholte, ich genau dasselbe zu sehen bekam, wie mit den Säuren. Die umgekehrte Wirkung dagegen, Schwächung vom Querschnitt, Verstärkung vom Längsschnitt aus, erfolgte merkwürdigerweise, als ich das Fliesspapierscheibchen mit destillirtem Wasser tränkte, von dessen ausgezeichneter Rolle in den Flüssigkeitsketten überhaupt ich noch an einer anderen Stelle handeln werde.

1) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 691.

eben erst des Kreislaufes beraubter. Freilich scheint auch diese Erklärung des Steigens der Kraft nicht darauf zu passen, dass das Steigen noch mit Querschnitten vorkommt, die schon seit mehreren Stunden hergestellt sind; ja dass es mit dem nämlichen Querschnitt mehrmals nach einander beobachtet werden kann. Die Folge wird aber lehren, dass trotzdem die fragliche Vermuthung das Rechte trifft. Um zu dieser Einsicht zu gelangen, müssen wir jetzt noch von einer anderen Erscheinung Kenntniss nehmen, welche der zeitliche Verlauf des Muskelstromes bietet, und welche aufzufassen auch erst mit den jetzigen Hülfsmitteln möglich war.

§. 7. Abgesehen von der in der ersten Zeit nach dem Auflegen öfter vorkommenden scheinbaren Zunahme der Muskelstromkraft, wächst letztere an nicht enthäuteten Präparaten in der ersten Zeit nach der Zurichtung.

Als ich behufs der in den Tabellen zur Abhandlung „Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w.“ verzeichneten Versuche an vielen Fröschen die obere und untere künstliche Stromspannung an den vier regelmässigen Oberschenkelmuskeln erst auf der einen Seite A, dann auf der anderen B mass, bemerkte ich bald, dass die Spannungen auf Seite B die auf Seite A sehr regelmässig übertrafen. Man sieht dies deutlich in den Tabellen IX und X, wo das Mittel aller 80 unter A stehenden Zahlen 250, das der unter B stehenden 270 beträgt, welche Zahlen zu einander sich verhalten wie 100 : 108. Allein bei seitdem zur Prüfung dieses Umstandes besonders angestellten Versuchen erhielt ich ein noch viel auffallenderes Ergebniss zu Gunsten des zweiten Beines. Das Mittel der 40 Zahlen für die erstgeprüfte Hälfte von 5 Fröschen fand ich zu 332, das für die zweite Hälfte zu 408; die Muskeln der zweiten Seite wirkten also stärker als die der ersten im Verhältniss von fast 123 : 100.

Die Frösche wurden dabei in gewohnter Art dicht unter dem Kreuzbein querdurchschnitten; ihre Beine blieben mit der Haut überzogen liegen, während erst die Muskeln der

einen, dann die der anderen Seite nach einander in der Ordnung zugerichtet und geprüft wurden, welche die anatomischen Verhältnisse empfehlen: zuerst der Sartorius, dann der Cutaneus, dann der Gracilis, endlich der Semimembranosus.

Der erste Gedanke, auf den man hier kommt, ist, dass die Maasskette an Kraft verloren habe. Allein die in meinen Versuchen mittels einer geeigneten Schaltung stets leicht ausführbare Controle verrieth von einer solchen Unbeständigkeit Nichts.[1])

Abgesehen davon beweist die mit der elektromotorischen Kraft der Muskeln in etwa gleichem Verhältniss gewachsene Stromstärke die Unrichtigkeit jener Vermuthung. Die folgende Tabelle lehrt dies z. B., worin die Vorzeichen dieselbe Bedeutung haben wie früher,[2]) und die Ordnungszahlen die Reihenfolge lehren, in der die Muskeln geprüft wurden.

		A			B	
		Stromstärke	Kraft		Stromstärke	Kraft
C	2)	− 28	103	6)	40	121
		+ 44	118		109	233
S	1)	− 163	277	5)	311	518
		+ 155	268		272	523
G	3)	− 358	480	7)	375	526
		+ 325	442		370	485
Sm	4)	− 368	492	8)	422	583
		+ 286	430		344	509
Mittel		216	326		280	437

Die Zeit, welche zwischen der Prüfung zweier gleichnamigen Muskeln bei einem solchen Versuche verstreicht, beläuft

1) In dieser Schaltung befindet sich ausser einer Rolle von mehreren tausend Windungen feinen Kupferdrahtes, welche im Geleise der Bussole aufgestellt deren Spiegel ablenkt, noch die volle Länge eines Rheostats von Siemens und Halske, entsprechend etwa 5540 Quecksilbereinheiten, ein Widerstand, gegen den der Widerstand der Grove'schen Kette verschwindet. Die Beständigkeit der durch die Maasskette erzeugten Ablenkung der Bussole verbürgt also unmittelbar die Beständigkeit der elektromotorischen Kraft.

2) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 561.

sich auf 15 — 25 Minuten. Man kann aber auch zwischen der Prüfung des Semimembranosus der ersten, und des Cutaneus oder Sartorius der zweiten Seite eine kürzere oder längere Frist, je nach der Temperatur, verstreichen lassen, und immer giebt sich noch eine Ueberlegenheit der zweiten Seite zu erkennen. Zuletzt kommt ein Punkt, wo der Erfolg unsicher wird, und bei noch längerem Zwischenraum kehrt sich der Unterschied um, jetzt erscheint die zweite Seite als die schwächere. Es wurden z. B. die vier Muskeln der einen Seite A von 7 Fröschen geprüft. Die Frösche wurden 20 — 25½ Stunden in niederer Temperatur aufbewahrt, und nun die Prüfung auf der anderen Seite vorgenommen. Die Mittelzahlen aus den 56 Messungen auf jeder Seite waren für

A	B
283	221;

und in der That man würde ja, bei immer längerer Frist zwischen beiden Prüfungen, auf der zweiten Seite, wenn sie ganz abgestorben wäre, zuletzt die Kraft Null erhalten. Aus Gründen, welche gleich erhellen werden, verwendete ich bei diesen Versuchen grosse Sorgfalt darauf, dass die Lymphsäcke der Seite B bei der Zurichtung der Seite A nicht oder nicht weiter als unvermeidlich geöffnet wurden.

Die Ueberlegenheit der zuletzt geprüften Hälfte wird nämlich vermisst, wenn man, anstatt die Beine mit der Haut bekleidet liegen zu lassen, und die einzelnen Muskeln davon nur in dem Maasse zu trennen, wie man sie prüft, erst die Muskeln der Seite B einzeln herauspräparirt, und sie im feuchten Raum oder unter 0,5 procentiger Kochsalzlösung aufbewahrt, während man die Muskeln der Seite A prüft. Mit feuchter Luft erhielt ich bei diesem Verfahren folgende Mittelzahlen aus den 24 Messungen an den vier Muskeln jeder Seite bei 3 Fröschen:

A	B
355	261,

mit verdünnter Salzlösung aus den 16 Messungen bei 2 Fröschen diese:

A	B
351	334.

Dabei schien das Unterliegen der Seite B vorzüglich durch die dünnen Muskeln, den Cutaneus und den Sartorius, bedingt.

Ebenso ist der Erfolg, wenn der Frosch sogleich auf beiden Seiten enthäutet wird, und, nach Prüfung der ersten Seite, so liegen bleibt, bis die zweite Seite geprüft wird. Mittel aus 16 Versuchen jederseits:

A	B
288	222.

Versuche der Art dienen beiläufig zur Verstärkung des Beweises, wenn eine solche nöthig wäre, dass der Erfolg am nicht enthäuteten Frosch keiner Unbeständigkeit der Maasskette zuzuschreiben sei.

Es scheint hiernach, dass, wenn der Frosch unter dem Kreuzbein querdurchschnitten und mit der Haut bedeckt sich überlassen wird, die elektromotorische Kraft zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt der Oberschenkelmuskeln zuerst wächst, ein Maximum erreicht, und dann erst abnimmt.

Die Ueberlegenheit der Seite B über die Seite A würde daher rühren, dass letzterer nicht Zeit blieb, ihre volle Kraft zu erlangen. Das anfängliche Wachsen der Kraft kann aber verdeckt werden durch das schnellere Sinken derselben, welches dem Entblössen der Muskeln folgt; daher Versuche, in denen die Seite B unterliegt, nur dann beweiskräftig sind, wenn die obenerwähnte Rücksicht genommen wird, die Lymphsäcke der zweiten Seite geschlossen zu lassen.

Ist diese Anschauung richtig, so muss das Bein B das Uebergewicht haben, so lange der Versuch (ohne grösseren Zeitraum zwischen dem letzten Muskel der Seite A und dem ersten der Seite B) in der Periode der steigenden Kraft angestellt wird; der Unterschied der beiden Beine muss sich verwischen in der Gegend des Maximums; über dieses hinaus aber muss er, wenn er in merklicher Grösse wiederkehrt, was nicht nöthig ist (s. unten S. 291), sein Zeichen umkehren, d. h. nun muss das Bein A das Uebergewicht erhalten.

Merkwürdigerweise nun wollte mir der Nachweis dieses scheinbar so bündig erschlossenen Verhaltens nicht glücken. Selbst wenn ich die Frösche 48 Stunden liegen liess, erhielt

ich noch stets ein Uebergewicht der zweiten Seite. Zwar blieb dasselbe kleiner, als an den frischen Thieren, es schien aber sonderbarerweise mit dem Alter der Präparate eher zu- als abzunehmen.

$5^h 25' - 6^h 25'$; Mittel aus 32 Versuchen (jederseits):

A	B
341	350
(100,0)	(102,6)

$20^h - 24$; Mittel aus 32 Versuchen:

A	B
292	302.
(100,0)	(103,4)

$48 - 50^h$; Mittel aus 64 Versuchen:

A	B
296	316
(100,0)	(106,8).

Die eingeklammerten Zahlen zeigen, wie ich nicht zu sagen brauche, das Verhältniss der Mittel an.

Allerdings kamen bei diesen Versuchen an 16 Fröschen Fälle vor, wo die Seite A im Mittel der acht dazu gehörigen Zahlen stärker war als die Seite B; allein es waren solcher Fälle im Ganzen nur 4, und die Ueberlegenheit war sehr gering.

Es lag also hier ein unbegreiflicher Widerspruch. Erfahrungsgemäss (s. oben S. 281) war, unter den Umständen der Versuche, nach 20 Stunden die Kraft etwa im Verhältniss von 100 : 125 kleiner, als zu Anfang. Das von uns vorausgesetzte Maximum war also in den nach 24 Stunden angestellten Versuchen zweifellos überschritten, wie dies auch nach nur 5 — 6 Stunden unstreitig bereits der Fall war. Es mussten folglich die Seiten A und B, bei nur etwa 20 Minuten Zwischenraum zwischen der Prüfung der gleichnamigen Muskeln, keinen Kraftunterschied erkennen lassen; oder wenn ja, im Mittel zahlreicher Versuche, ein solcher bemerkbar wurde, musste er zu Gunsten der erstgeprüften Seite stattfinden. Dies traf, wie gesagt, nicht zu, und selbst nach 48 Stunden noch überwogen scheinbar die Muskeln, welche etwa 20 Minuten länger mit der Haut bekleidet liegen geblieben waren. So paradox ist diese Thatsache, dass ich hoffen darf, dafür Entschuldigung zu finden, wenn ich, zu-

erst darauf stossend, in den, wie man sehen wird, folgenschweren Irrthum verfiel, was ich vor mir habe, sei nur das Werk des Zufalls, und bei noch grösserer Vervielfältigung der Versuche würde das erwartete Ergebniss nicht ausbleiben, die Leistungen der beiden Seiten würden sich bis zum Unmerklichen der Gleichheit nähern. Erst als ich später auch noch nach jenen 128 Messungen den Ausschlag stets nach derselben Seite erfolgen sah, konnte ich mir nicht länger verhehlen, dass es für das Ueberwiegen der zweiten Seite einen von dem zeitlichen Verlauf der Muskelstromkraft unabhängigen Grund geben, mit anderen Worten, dass dies Ueberwiegen die Folge sein müsse einer in den Versuchsbedingungen selber wurzelnden Ursache, wodurch die nur gleich oder gar minder kräftigen Muskeln der zweiten Seite regelmässig als die stärkeren erschienen.

Bei fortgesetztem Nachdenken, und indem ich den hier vorliegenden Thatbestand mit dem am Ende des vorigen Paragraphen verglich, wurde ich zuletzt zu dem Schlusse getrieben: durch die Berührung des Thonschildes mit dem Querschnitt werde ersteres in der Art verunreinigt, nämlich mit Säure imprägnirt, dass die Muskelstromkraft dadurch grösser erscheine. Dass so das stete Ueberwiegen der zweitgeprüften Hälfte erklärt würde, ist deutlich; zugleich aber sieht man leicht, worauf wir unten noch zurückkommen werden, dass so auch für die Erklärung des Steigens der Kraft am aufliegenden Muskel die wesentliche Schwierigkeit wegfällt.

So schwer es mir geworden war, mich zu dieser Vorstellung führen zu lassen, so leicht fand ich es, deren Richtigkeit darzuthun.

Zuerst überzeugte ich mich, dass der von mir angewendete Thon, obschon mit den Händen geknetet, neutral reagirt, dass aber ein Thonschild, nachdem ein Muskelquerschnitt es kurze Zeit berührt hat, mit der Berührungsstelle auf blauem Lakmusgrunde wirklich einen rothen Fleck erzeugt. Nach längerem Aufliegen freilich reagirt, auch ohne Berührung eines Querschnittes, das Thonschild überall sauer von durchgedrungener schwefelsaurer Zinkoxydlösung; doch ist keine Möglichkeit, diese allgemein verbreitete und anfänglich sehr schwache Wir-

kung mit jener örtlichen und stets sogleich deutlich ausgeprägten zu verwechseln.

Demnächst versuchte ich, ob beim abwechselnden Anlegen des Querschnittes eines Muskels an eine alte und an eine neue Berührungsstelle regelmässige Kraftunterschiede zu Gunsten der ersteren Stelle bemerkbar würden. In der That ist dies der Fall, wenngleich die Schwankungen der Kraft, welche nach dem oben S. 265—267 Gesagten jede Verrückung des Querschnittes am Thonschilde so leicht begleiten, den Versuch zu keinem sehr sicheren machen. Doch erhielt ich Reihen wie die folgenden, worin die Ordnungszahlen die Aufeinanderfolge der Prüfungen anzeigen.

I.

Nach 15 Minuten Aufliegen beträgt die Kraft eines Gracilis:

an der ursprünglichen Stelle	an neuer Stelle A
1) 491	2) 484
3) 490	4) 480
5) 485	6) 478
7) 479	an neuer Stelle B
	8) 460
9) 476	10) 479
	an neuer Stelle C
	11) 462
Mittel 484	473

II.

Nach 15 Minuten Aufliegen beträgt die Kraft eines Semimembranosus:

an der ursprünglichen Stelle	an neuer Stelle A
1) 404	2) 384
3) 409	4) 387
5) 392	6) 398
	an neuer Stelle B
	7) 381
8) 382	9) 392
	an neuer Stelle C
	10) 379
Mittel 397	386

Ich stellte den Versuch auch so an, dass ich den Querschnittsbausch mit zwei Thonschildern versah, einem frischen und einem, welches längere Zeit mit Querscheiben von Froschmuskeln belegt gewesen war; abwechselnd mittels des einen und des anderen Schildes geschah die Ableitung. Diese Versuchsweise hatte, ich weiss nicht warum, minder guten Erfolg als die vorige.

Dagegen gelang es leicht, nachzuweisen, dass ein Muskel, dessen Querschnitt ein mit verdünnter Milchsäure bestrichenes Thonschild berührt, stärker elektromotorisch wirkt, als mit einem gewöhnlichen Thonschilde: ein Versuch, der sich ja nicht wesentlich von dem oben S. 277 beschriebenen unterscheidet, wo die Kraft eines Muskels durch Bestreichen seines Querschnittes mit Milchsäure oder durch ein zwischen Querschnitt und Thonschild gebrachtes, mit Säure getränktes Fliesspapierscheibchen erhöht erschien.

Das Wechseln der Stelle des Thonschildes, welche der Muskel mit dem natürlichen Längsschnitt berührt, übt keinen irgend erheblichen oder regelmässigen Einfluss auf die Stromkraft aus.

Nach der Gesammtheit dieser Erfahrungen kann kein Zweifel daran sein, dass ein Muskel, mit künstlichem Querschnitt gegen ein Thonschild gelehnt, der Berührungsstelle die Eigenschaft ertheilt, dass derselbe oder ein frischer Muskel damit stärker wirkt als mit einem neuen Thonschilde, wie umgekehrt in den obigen Versuchen I und II die neuen Stellen durch nur wenige Berührungen des Querschnittes die Eigenschaft verlieren, dass die Kraft damit kleiner erscheint, als mit der ursprünglichen Stelle.

Dies ist der Fehler, womit, wie oben S. 264 gesagt wurde, meine sämmtlichen bisherigen Versuche behaftet sind, so dass man z. B. daraus das Verhältniss der Kraft der vier regelmässigen Muskeln nicht entnehmen darf. Ja, da es (s. oben S. 280) durch anatomische Verhältnisse geboten ist, dass der Gracilis und Semimembranosus stets nach dem Cutaneus und Sartorius geprüft werden, so könnte man jetzt den Verdacht fassen, als sei die grössere elektromotorische Kraft der dickeren Muskeln

überhaupt eine Täuschung, hervorgebracht durch den Umstand, dass sie nach den dünneren Muskeln auf dasselbe Thonschild gelegt wurden. Doch ist dies schon an sich unwahrscheinlich, da der kleinere Querschnitt der dünneren Muskeln nicht eine für den grösseren Querschnitt der dickeren Muskeln ausreichende Stelle verunreinigen könnte. Auch würde jene Erklärung nicht darauf passen, dass wenn man einen dünnen und einen dicken Muskel einander im nämlichen Kreise entgegensetzt, der dicke sich als der stärkere erweist. Ohnehin wäre noch zu untersuchen, ob auch bei Anwendung von Kochsalzbäuschen und Eiweisshäutchen zur Ableitung, durch die Verunreinigung der letzteren eine mit dem Muskel in gleichem Sinne wirksame Flüssigkeitskette entstehe. Wie dem auch sei, ich habe mich durch besonders darauf gerichtete Versuche davon überzeugt, dass unabhängig von der Entstehung einer solchen Kette bei unserer jetzigen Art der Ableitung, nämlich selbst wenn man jeden Muskel mit seinem Querschnitt eine neue Stelle berühren lässt, die Ueberlegenheit der dickeren Muskeln sich bewährt. Doch kommt es allerdings, wie mir hat scheinen wollen, dabei öfter als sonst vor, dass der Cutaneus eine grössere Kraft liefert als der Sartorius. Bei dem vergleichsweise kleinen Unterschiede des Querschnittes des Sartorius und Cutaneus, kann es leichter, als beim Vergleichen eines dieser Muskeln mit dem weit dickeren Gracilis oder Semimembranosus geschehen, dass eine zufällige Störung, denen die dünneren Muskeln ohnehin mehr ausgesetzt sind, dem kleineren Querschnitt den Sieg verschaffe.

In der Abhandlung „Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w.“ finden sich Versuchsreihen,[1]) worin Muskeln, verkürzt, nicht stets, wie sie sollten, eine kleinere, sondern häufig, und auch im Mittel, eine grössere Kraft lieferten, als vorher. Jetzt erscheint es möglich, dass dies die Folge der hier aufgedeckten Störung war, d. h. dass die scheinbar grössere Kraft von der Verunreinigung des Thonschildes herrührte; und ebenso ist anzunehmen, dass derselbe Umstand noch andere Zahlen jener

---

1) S. 561; Tab. I.

Abhandlung verfälscht habe, ohne dass ich indess einen Punkt ausser den beiden angegebenen wüsste, worin dies von Bedeutung würde.

Was das Wachsen der Kraft des mit Längs- und Querschnitt aufliegenden Muskels betrifft, das wir im vorigen Paragraphen betrachteten, so ist es nun also auch sichtlich hierauf zurückzuführen. Während der Querschnitt das Schild berührt, wird er sauer, seine Säure dringt in das Schild ein, und wenn nur die eigentliche Muskelstromkraft nicht zu schnell sinkt, welche am ausgeschnittenen Muskel stets sofort abnimmt, entsteht der Anschein eines Wachsens der Kraft. Es handelt sich dabei, wie wir jetzt sehen, nicht bloss um das Sauerwerden des Muskels, sondern auch um das des Schildes. So wird verständlich, was uns dort unklar blieb, dass mit dem nämlichen Querschnitt, dessen Säure nicht mehr zunehmen kann, mehrere Male nach einander das Wachsen beobachtet wird, insofern dabei jedesmal eine neue Berührungsstelle zwischen Thon und Querschnitt in's Spiel kommt.

Es entsteht jetzt die Frage, welches der Sitz der zur eigentlichen Muskelstromkraft durch die Säurung des Thonschildes hinzutretenden Kraft sei. Es scheint in dieser Beziehung keine andere Annahme möglich als die, dass dieser Sitz wesentlich in der Dicke des Thonschildes an der Grenze des ungesäuerten und des gesäuerten Thones sei. Nur so wird es begreiflich, dass sowohl die Negativität eines ganz frischen Querschnittes wie die eines bereits gesäuerten mit dem gesäuerten Thonschilde grösser ausfällt, als mit dem nicht gesäuerten, und dass die Erhöhung der Kraft mit demselben gesäuerten Querschnitt jedesmal wieder beobachtet wird, dass dieser Querschnitt einer neuen Stelle des Thonschildes oder einem neuen Thonschilde angelegt wird.

Um diesen Schluss auf die Probe zu stellen, verfuhr ich folgendermaassen. Ich bettete einen unversehrten Gracilis quer zwischen den Thonschildern, und trennte ihn von dem einen Thonschild durch ein Klümpchen gewöhnlichen Thones, von dem anderen durch ein Klümpchen Thon, der mit verdünnter Milchsäure angeknetet war. Ich versicherte mich zuerst, indem ich

auch an Stelle des letzteren Klümpchens eines von gewöhnlichem Thon brachte, dass der Muskel zwischen den beiden, durch die Klümpchen berührten Punkten in der Quere unwirksam war; oder wenn er es nicht war, compensirte ich den vorhandenen Unterschied. Es zeigte sich, dass mit dem sauren Thone stets eine Wirkung in dem erwarteten Sinne, d. h. vom sauren Thone durch den Muskel zum gewöhnlichen Thon, entstand. Ein Strom in diesem Sinne trat auch auf, wenn ich den Muskel durch ein Stück Sehne oder elastischen Gewebes vom Rinde ersetzte, und nicht minder, wenn ich statt dessen ein Stück sauren Rindfleisches nahm.

Somit scheint sich unsere Vermuthung zu bestätigen. Bei dem Dunkel indess, worin das Wesen der Flüssigkeitsketten noch grösstentheils gehüllt ist, und der Beschränkheit der obigen Erfahrungen, hüten wir uns, die Sache bereits für ausgemacht zu halten. Wir begnügen uns damit, die wichtige Einsicht gewonnen zu haben, dass unter Umständen die Ableitung des Stromes vom künstlichen Querschnitt auch durch die scheinbar indifferentesten Stoffe zur Entstehung einer Flüssigkeitskette von merklicher Kraft Anlass giebt; und wir schreiten jetzt dazu, mit Hülfe dieser Ermittelungen den Widerspruch zu schlichten, vor dem wir oben S. 283 stehen geblieben waren.

Jetzt ist es klar, warum auch an den 5—50 Stunden alten Präparaten stets das zweitgeprüfte Bein als das stärkere erscheint. Es liegt daran, dass die Muskeln dieses Beines ganz natürlich mit ihrem Querschnitt gegen dieselbe Stelle desselben Thonschildes gelehnt wurden, die bereits zur Ableitung der Muskeln des ersten Beines gedient hatte; was nicht zu thun von vorn herein kein Grund vorlag, ja was sich empfahl, damit möglichst gleiche Bedingungen der Ableitung stattfänden. Sogar das Wachsen der Ueberlegenheit der zweiten Seite mit dem Alter der Präparate, insofern es nicht auf einem Zufall beruht, erklärt sich auf dieselbe Art wie das häufigere und stärkere Wachsen des Stromes des aufliegenden Muskels, wenn dieser einem absterbenden Präparat entnommen ist (S. oben S. 278. 279).

Ist diese Erklärung richtig, so muss der Ueberlegenheit

des zweiten Beines dadurch ein Ende gemacht werden, dass vor dessen Prüfung das Thonschild erneuert wird, oder dass alle Muskeln beider Beine stets mit ihrem Querschnitt gegen neue Stellen der Thonschilder gelehnt werden. Dies ist wirklich der Fall, wie aus folgender Tabelle hervorgeht, deren vier senkrechte Spalten nachstehende Bedeutung haben.

Die erste Spalte (A) zeigt die Mittel aus den 8 Zahlen für die vier Muskeln des ersten Beines A von 10 Fröschen, nach 24—48 Stunden für 4, und nach 48—51 Stunden für 6 Frösche,

No	A	B a	B b	B c
	Nach 24—28 h			
1	231	223	247	239
2	270	295	308	306
3	321	244	264	238
4	252	285	283	285
	Nach 48—51 h			
5	334	316	359	
6	301	282	297	
7	255	303	310	
8	313	304	323	307
9	270	268	277	263
10	284	311	317	308
Mittel	282,5	282,1	297,9	

wie sie für jeden Frosch mit einem und demselben Thonschild gewonnen wurden.

Die zweite Spalte B a zeigt die entsprechenden Zahlen für die vier Muskeln des zweiten Beines B, nach Erneuerung des Thonschildes.

Die dritte Spalte B b zeigt die entsprechenden Zahlen, welche erhalten wurden, indem die Muskeln des zweiten Beines, ganz wie es sonst geschah, auf dieselbe Stelle desselben Thonschildes gelegt wurden, die zur Ableitung der Muskeln des ersten Beines gedient hatte.

Die vierte Spalte B c zeigt die entsprechenden Zahlen, welche erhalten wurden, indem in mehreren Versuchen die Muskeln des zweiten Beines nochmals mittels einer ganz neuen Stelle abgeleitet wurden.

Die Mittelzahlen am Fusse der Spalten endlich sind gewonnen, indem in die Summe aller einzelnen Beobachtungen

mit ihrer Zahl dividirt wurde[1]). Die absoluten Grössen der Zahlen 1 — 4 sind aus Gründen, welche nicht hierhergehören, nicht mit denen der Zahlen 5—10 vergleichbar.

Die Betrachtung der zweiten Spalte lehrt, dass, während früher, als dasselbe Thonschild beibehalten wurde, nur 4 Mal auf 16 die zweite Seite unterlag (s. oben S. 283), sie jetzt, mit Wechel des Schildes, 6 Mal auf 10 sich als die schwächere erweist. Die Mittel der ersten und zweiten Seite fallen so genau zusammen, dass der Unterschied verschwindet. Dies ist indess, bei der im Vergleich zur Grösse der Schwankungen noch immer kleinen Zahl der Versuche, wohl nur ein Zufall, wie auch, dass der vorhandene kleine Unterschied zu Gunsten der ersten Seite stattfindet. Denn wenn auch nach so langer Zeit die Kraft noch rasch genug sänke, damit 20 Minuten einen merklichen Unterschied herbeiführten, so ist doch wenig wahrscheinlich, dass das Sinken in beiden Beinen stets mit so gleicher Schnelle geschehe, wie es nöthig wäre, damit immer das nur 20 Minuten ältere Präparat unterliege (vergl. oben S. 282).

Schon diese Wahrnehmung hätte genügt, um zu beweisen, dass das früher an den 48 Stunden alten Fröschen beobachtete Ueberwiegen des zweiten Beines auf dem Beibehalten desselben Thonschildes beruhte. Dieser Beweis gewinnt aber an Stärke durch die Zahlen der dritten Spalte, welche 9 Mal auf 10 die der zweiten, und 8 Mal auf 10 die der ersten Spalte, wie auch im Mittel beide um eine ansehnliche Grösse übertreffen. Man sieht also, dass bei Benutzung desselben Thonschildes der frühere Erfolg sofort wiederkehrt.

Um mich aber zu überzeugen, dass die höhere Zahl der Spalte B b nicht von einem Wachsen der Kraft, sondern wirklich von der Ableitung durch eine alte Stelle herrührte, dienten

---

1) Diese war nicht genau 80, sondern nur 77, weil durch Tetanus drei Beobachtungen verloren gingen (s. oben S. 267). Deshalb findet man etwas andere Mittel als die angegebenen, wenn man in die Summe der Zahlen in einer der drei Spalten mit 10 dividirt, während sonst das so gefundene Mittel mit jenem zusammenfallen müsste.

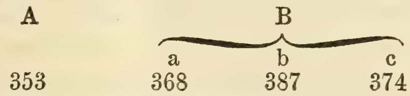
die Versuche der vierten Spalte. 6 Mal auf 7 fallen die Zahlen derselben wieder kleiner aus als die der dritten, wenn auch nur 3 Mal kleiner als die der ersten. Ein Mittel zu ziehen wäre hier sinnlos gewesen, da es mit den Mitteln der übrigen Spalten nicht vergleichbar gewesen wäre.

So war ich also das Parodoxon glücklich los geworden, welches meinen Fortschritt hemmte. Aber noch mehr, es knüpfte sich auch an dieses Ergebniss die Hoffnung, das Wachsen der Muskelstromkraft im nicht enthäuteten Präparat überhaupt, und damit eine der dunkelsten Verwickelungen, worauf die Untersuchung der thierisch-elektrischen Ströme mich bisher geführt hatte, sich in eine Täuschung auflösen zu sehen. Möglicherweise beruhte auch an den frischen Präparaten die Ueberlegenheit des zweiten Beines nur darauf, dass stets dieselbe Stelle desselben Schildes zum Ableiten aller Muskeln beider Seiten diente. Zwar war dies wenig wahrscheinlich, weil sich im Mittel zahlreicher Versuche eine grössere Ueberlegenheit der zweiten über die erste Seite an den frischen Fröschen im Vergleich zu den mehrere Stunden alten ergiebt (vergl. oben S. 279. 283). Inzwischen musste der Versuch angestellt werden. 107 Messungen an jeder Seite von 14 frischgetödteten Fröschen [1]) mit neuen Thonschildern für die zweite Seite lieferten die Mittel

A	B
344	372
(100,0)	(108,1)

1) Fünf Versuche gingen durch Tetanus verloren (S. oben S. 267. 291 Anm.). Ich bemerke beiläufig, dass ich nicht versäumte, abwechselnd die rechte und die linke Seite der Frösche zur ersten zu machen. Es war ja denkbar, wenn auch sehr unwahrscheinlich, dass zwischen den beiden Seiten eines Frosches ein beständiger Unterschied des elektromotorischen Vermögens obwalte; wie denn Hr. Jürgensen einen beständigen Unterschied in der Haltung oder Länge der herabhängenden Beine aufgehängter Frösche bemerkt haben will (Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Herausgegeben von Heidenhain. Leipz. 1861. S. 152. 155. — Vergl. freilich Cohnstein in der Medicinischen Central-Zeitung. 18. Dec. 1861. XXX. Jahrg. S. 801).

In 24 dieser Versuche wurde verfahren, wie oben mit den alten Präparaten, d. h. die Muskeln der zweiten Seite wurden, nachdem sie mit dem neuen Thonschild abgeleitet worden (B a), mit der Stelle des alten Thonschildes abgeleitet, die für die ersten Muskeln gedient hatte (B b), und dann nochmals mit einer ganz neuen Stelle geprüft (B c). Dies gab im Mittel



A	B		
	a	b	c
353	368	387	374

Diese Versuche lassen keinen Zweifel daran, dass auch unabhängig von der durch die Verunreinigung des Thonschildes gesetzten elektromotorischen Kraft, die sich zur Muskelstromkraft hinzufügt, wie B b im Vergleich zu B a und B c zeigt, ein Wachsen der Kraft im nicht enthäuteten Präparate vor sich geht. Der Unterschied zu Gunsten der zweiten Seite beträgt jetzt nur noch etwa 8 pCt., statt, wie wir oben S. 279 ohne Thonschilderwechsel fanden, 23 pCt. Abgesehen davon, dass durch die Einschränkung der Erscheinung auf eine etwas geringere Grösse die Bedeutung des Problems, das sich uns darin darbietet, nicht wesentlich beeinträchtigt würde, werden wir gleich sehen, dass diese Art, die Grösse des Phänomens zu schätzen, eine irrige ist.

Wir wollen die durch die Untersuchungen dieses Paragraphen aus dem Gedränge zuerst damit vermischter experimenteller Nebenwirkungen ausgeschiedene Erscheinung fortan kurz das *postmortale Wachsen der Muskelstromkraft* nennen.

§. 8. Nähere Untersuchung des postmortalen Wachsens der Muskelstromkraft, seiner Bedingungen und seiner Ursache.

Leider bin ich bis jetzt nicht im Stande, über die Bedingungen unserer Erscheinung, geschweige über deren Ursache, so Ausführliches und Sicheres mitzutheilen, wie deren Bedeutung es wohl erheischen würde. Viele hunderte von Versuchen in dieser Richtung, die Monate mühseliger Arbeit gekostet hatten, mussten verworfen werden, nachdem ich zur der Ein-

sicht gelangt war, dass durch die Verunreinigung des Thonschildes mit der Muskelsäure eine Kraft im Sinne der Muskelstromkraft entstehe, und dass so ein Wachsen der letzteren auch da vorgespiegelt werden könne, wo die wirkliche Muskelstromkraft beständig bleibt oder sinkt. Alle solche Versuche nämlich, in denen ich ohne Thonschilderwechsel eine Ueberlegenheit der zweiten Seite über die erste beobachtet hatte, waren jetzt unbrauchbar; denn die Ueberlegenheit brauchte nicht davon herzurühren, dass unter den besonderen Umständen des Versuches die Muskelstromkraft wirklich wächst, sie rührte vielleicht ganz, wie zum Theil ja gewiss, von der Verunreinigung des Thonschildes her. So büsste ich schwer genug den Fehler, den ich beging (vergl. oben S. 283. 284), als ich die auch an tagealten Präparaten sich stets noch kundgebende Ueberlegenheit der zweiten Seite für ein Werk des Zufalls nahm, und vorläufig darüber zur Tagesordnung schritt, anstatt vor allen Dingen auf Lösung des Widerspruches bedacht zu sein, der sich mir warnend in den Weg stellte.

Die gegenwärtigen Versuche haben vor den übrigen Schwierigkeiten thierisch-elektrischer Versuche noch die unglückliche Eigenthümlichkeit voraus, dass man nur durch die statistische Methode, unter Benutzung grösserer Beobachtungsreihen, zu entscheidenden Ergebnissen gelangt. Jeder einzelne noch so unbedeutende Schritt in der experimentellen Schlussfolge kostet immer mehrere Tage einer ganz mechanischen Arbeit. Dies beruht, wie oben S. 266. 267 dargelegt wurde, auf der Unmöglichkeit, zwei Muskelquerschnitte, oder auch denselben Querschnitt zweimal nacheinander, in genau gleicher Art abzuleiten. Es werden dadurch diese Versuche zu den zeitraubendsten und mühsamsten des Gebietes, und nachdem ich denselben, unter Hintansetzung wichtiger Fragen, welche längst ihrer Erledigung harren, schon eine ganz unverhältnissmässige Zeit geopfert hatte, musste ich mir die Unmöglichkeit eingestehen, die misslungene Untersuchung gegenwärtig von Neuem aufzunehmen und zu Ende zn führen. Das Folgende ist daher nur als ein Bruchstück anzusehen, aus dem die Richtung erhellt, in der sich die

Untersuchung, meines Erachtens, jetzt hier zu bewegen haben würde.

Die erste Frage, die sich zur Beantwortung aufdrängt, ist die nach der Dauer des Wachsens der Kraft, oder nach der Lage des Maximums derselben in der Zeit. Eine etwas genauere Betrachtung der Zahlen unserer obigen Versuche an 14 Fröschen (s. S. 292) erlaubt bereits eine Vermuthung hierüber. Zieht man nämlich die Mittel aus den 28 für jeden einzelnen Muskel erhaltenen Zahlen,[1]) so ergiebt sich Folgendes:

	A	B
C	198,7	243,8
	(100,0)	(122,7)
S	275,6	294,5
	(100,0)	(107,1)
G	423,5	438,3
	(100,0)	(103,5)
Sm	454,2	454,5
	(100,00)	(100,04)

Man sieht, dass die Ueberlegenheit der zweiten Seite wesentlich durch die dünneren Muskeln zu Stande kommt, ja dass der Semimembranosus daran keinen merklichen Antheil hat. Dies scheint beim ersten Anblick zu lehren, dass das postmortale Wachsen der Kraft um so grösser sei, je dünner die Muskeln. Allein es ist noch eine andere Erklärung möglich, nämlich die, dass die dünnen Muskeln, aus anatomischen Gründen, früher als die dicken zur Untersuchung gelangen (s. o. S. 280. 286). Der Semimembranosus der ersten Seite kommt frühestens eine Viertelstunde nach der Zurichtung zur Prüfung. Möglicherweise ist alsdann das Wachsen der Kraft beendet, oder nahezu, so dass, bei der Langsamkeit, womit deren Abnahme geschieht, der eine Viertelstunde später zur Prüfung kommende zweite Semimembranosus dem ersten an Kraft gleicht. Allerdings fällt es hierbei auf, dass das Wachsthum der Kraft am Cutaneus das am Sartorius bedeutend übertrifft, obschon der

1) Beim Cutaneus sind es nur 23, wegen der 5 durch Tetanus verlorenen Messungen.

Cutaneus in etwa der Hälfte der Versuche erst nach dem Sartorius an die Reihe kam.

Dies kann ein Zufall sein, insofern unter den vier regelmässigen Muskeln der Cutaneus die grössten Schwankungen der Kraft bietet, und daher eine grössere Zahl von Beobachtungen dazu gehört, dass sich dieselben ausgleichen. Möglicherweise findet auch das Wachsen an den dünneren Muskeln wirklich in grösserem Maasse statt. Wie dem auch sei, um zu erfahren, ob die gleiche Kraft der beiden Semimembranosi bei der obigen Versuchsweise daher rühre, dass der der ersten Seite geprüft wurde, als das Wachsen bereits vollendet war, muss es genügen, den Versuch so zu leiten, dass unmittelbar nach der Zurichtung der erste, eine Viertelstunde bis 25 Minuten darauf der zweite Semimembranosus und der erste Sartorius, nach abermals derselben Frist der zweite Sartorius geprüft werden. Diese Muskeln eignen sich besonders für unseren Zweck, weil der den Sartorius enthaltende Lymphsack geschlossen bleiben kann, während man den Semimembranosus loslöst. 36 solcher Versuche an jedem der beiden Muskeln und an jeder Seite von 18 Fröschen lieferten im Mittel

	A	B
S	361,8	366,3
	(100,0)	(101,3)
Sm	433,5	444,6
	(100,0)	(102,5)

Wie man sieht, zeigt jetzt der Semimembranosus ein deutliches postmortales Wachsen der Kraft. Allein nicht nur ist dasselbe erheblich schwächer als das oben am Sartorius und Cutaneus bemerkte, sondern der Sartorius fährt auch unter den jetzigen Umständen fort, in geringem Grade postmortales Wachsen der Kraft zu zeigen. Wenn hier nicht noch eine Täuschung obwaltet, dadurch bedingt, dass unsere Mittelzahlen noch immer nicht hinlänglich zahlreichen Beobachtungen entnommen sind, so würde folgen, dass erstens das postmortale Wachsen der Kraft nach 20 — 25 Minuten noch nicht beendet ist, zweitens dass die dünneren Muskeln wirklich die Erscheinung in grösserem Maassstabe zeigen.

Die geringere Kraft des Sartorius im Vergleich zu der des Semimembranosus in den letzten Versuchen, wo der Sartorius zuletzt geprüft wurde, verdient Beachtung, insofern man jetzt glauben könnte, die grössere Kraft der dickeren Muskeln sei uns durch das postmortale Wachsen vorgespiegelt worden, wozu man diesen Muskeln Zeit liesse, während man, wie es in der Regel geschieht, vor ihnen die dünneren Muskeln prüft.

Die Untersuchung über die Bedingungen und Ursache des Wachsens der Kraft nach der Zurichtung beginnt natürlich wieder mit der Frage, mit der wir oben S. 274 die der gegenwärtigen verwandte Erörterung eröffneten, ob es sich nicht dabei um einen Einfluss der Temperatur handele. Unter der freilich (S. das.) noch nicht gehörig bewiesenen Voraussetzung, dass die Kraft mit der Temperatur wachse, läge es nahe, sich zu denken, dass die Präparate sich während der ersten Zeit etwas erwärmten, und dass darauf die Kraftzunahme beruhte. Es wurde inzwischen nicht allein stets die Vorsicht beobachtet, die Frösche mindestens erst 24 Stunden in dem Zimmer zu halten, wo die Untersuchung geschah; sondern ich habe mich auch mit Thermometern, welche in Zehntel Grade C. getheilt waren, unmittelbar überzeugt, dass vom Augenblick des Todes bis nach der Prüfung des letzten Muskels die Temperatur des Frosches, in den Lymphsäcken des Oberschenkels gemessen, nur um wenige Zehntel, und zwar bald im einen, bald im anderen Sinne schwankte.

Was den Muskeln, bei der bisher geübten Art der Zurichtung (S. oben S. 279. 280), begegnet, ist nach unseren Kenntnissen folgendes. Sie werden des Kreislaufes, d. h. der Zu- und Abfuhr, beraubt, das noch in ihnen enthaltene Blut kann aber durch Arterien und Venen so weit abfliessen, als die Capillarität gestattet; diese Entleerung wird durch die Zuckungen beim Durchschneiden der Nerven mehr oder weniger unterstützt. Der unmittelbare Einfluss der Durchschneidung der Nerven in der ersten Zeit kann höchstens dahin gehen, die Beugemuskeln der dauernden Innervation zu entziehen, die ihnen Einige zuschreiben; auch werden die vasomotorischen Nerven, deren Dasein in den vorderen Wurzeln Hr. Pflüger physiologisch er-

wiesen hat,[1]) ihres Tonus beraubt, so dass die Oberfläche der Gefässe, soweit sie contractil sind, wächst, und ihre Wandung verdünnt wird.

Der erste Gedanke, der sich mir hier darbot, war nunmehr dieser.

Im Verfolg seiner Versuche über die chemische Ermüdung der Muskeln hat Hr. Joh. Ranke gefunden, dass frische und nicht weiter angestrengte Muskeln oft durch Auswaschen des Blutes mit passenden Flüssigkeiten — verdünnter Kochsalz-, Harnstoff- und Zuckerlösung — eine ansehnliche Steigerung ihrer ursprünglich geringen mechanischen und elektromotorischen Leistungsfähigkeit erfahren. Er experimentirte am Gastroknemius, dessen Strom er vom natürlichen Längs- und Querschnitt der Rückenfläche ableitete. Ich selber hatte früher schon einmal, wie Hr. Ranke in Erinnerung brachte, von den beiden im nämlichen Kreise mit natürlichem Längs- und künstlichem Querschnitt einander entgegenwirkenden Graciles desselben Frosches, deren einer mit Zuckerwasser ausgespritzt war, letzteren siegen sehen. Diese Erscheinungen sind, wie Hr. Ranke dargethan hat, nicht so zu erklären, wie ich die Möglichkeit davon angedeutet hatte,[2]) nämlich als böten die Flüssigkeiten, durch die das Blut verdrängt wurde, dem Muskelstrom eine Nebenleitung von grösserem Widerstande dar, als das Blut. Auch geht bereits aus Hrn. Ranke's Versuchen die Unmöglichkeit einer anderen Deutung hervor, auf die man jetzt hier verfallen könnte, dass durch das Entfernen des Blutes der Querschnitt minder alkalisch oder mehr sauer werde. Sondern es scheint das Ersetzen des Blutes durch eine andere unschädliche Flüssigkeit den Sinn zu haben, dass in dem Muskel enthaltene Erzeugnisse seines Stoffwechsels, welche dessen Fortgang hemmen, etwa wie die Asche die Verbrennung auf einem Roste, dadurch entfernt

1) Allgemeine Medicinische Central-Zeitung. Berl. 1855. XXIV. Jahrgang. S. 537. 601. 1856. XXV. Jahrgang. S. 249.

2) De Fibrae muscularis Reactione ut Chemicis visa est acida. Berolini MDCCCLIX. p. 42.

werden. Im Einklang hiermit fand Hr. Ranke, ja dies ist die Wahrnehmung, die ihn auf die Spur der chemischen Ermüdung brachte, dass scheinbar erschöpfte Muskeln durch blosses Ausbluten ihre mechanische Leistungsfähigkeit wieder erhalten [1]). Das Ausbluten wirkt also auf die mechanische Leistungsfähigkeit in demselben Sinne, wie Auswaschen des Blutes mit einer unschädlichen Flüssigkeit; und, wenn auf alle diese Angaben bereits sicher zu bauen ist, dürfte es nicht zu kühn sein, weiter zu schliessen, dass gelegentlich durch das Ausbluten auch die elektromotorische Leistungsfähigkeit der Muskeln vermehrt werden könne.

Um zu ermitteln, ob dies die Ursache des postmortalen Wachsens der Kraft bei unserer bisherigen Versuchsweise sei, verfuhr ich so, dass ich vor der Zurichtung, die wie sonst geschah, den Frosch über den Oberschenkeln mittels eines Bindfadens zusammenschnürte, so dass, wenn er über dem Unterbande querdurchschnitten wurde, kein Blut ausfloss. Im Mittel von 48 Versuchen an jeder Seite von 6 Fröschen erhielt ich dergestalt, unter fortwährender Erneuerung der Ableitungsstelle für den Querschnitt,

A	B
321	362
(100,0)	(112,8)

und auch an jedem einzelnen Frosch übertraf das Mittel der acht Zahlen für die Seite B das der Zahlen für die Seite A, obschon sichtlich, bis die Präparation die Seite B erreichte, diese kein Blut verlor.

Die auf die Ranke'sche Lehre gegründete Erklärung der Erscheinung musste somit aufgegeben werden.

Ich versuchte nun, ob es vielleicht die Entziehung des arteriellen Blutes sei, welche das postmortale Wachsen der Kraft bedinge. War dies der Fall, so musste die Erscheinung auch dadurch herbeigeführt werden können, dass die Arterien unterbunden wurden. Anstatt also die Frösche unter dem Kreuz-

1) Tetanus. Eine physiologische Studie u. s. w. Leipz. 1865. S. 420. 421. 438. 439. 442. 443.

bein quer zu durchschneiden, unterband ich an den lebenden Fröschen die Aorta, und schnitt nacheinander die vier regelmässigen Muskeln erst auf der einen, dann auf der anderen Seite aus. Die Nerven blieben unversehrt, und bis zuletzt behielten die Frösche die Herrschaft über ihre Beine so vollständig, als es bei den fehlenden Muskeln und dem gehemmten Kreislauf möglich war. Dieser Versuch wurde 15 Mal wiederholt. 7 Messungen jederseits gingen durch Unfälle verloren. Das Mittel aus den 113 übrigen auf jeder Seite betrug

A	B
352	348
(100,98)	(100,00)

Das Unterbinden der Aorta schien also bei dieser Versuchsweise nicht gleich dem Durchschneiden der Arterien und Venen bei der ursprünglichen Zurichtung zu wirken, da im Mittel so zahlreicher Messungen nicht nur das Steigen der Kraft vermisst wurde, sondern sogar die erste Seite den Sieg davon trug.

Indess gab sich bei diesen Versuchen ein Umstand zu erkennen, der schwerlich bloss auf einem durch die Zahl der Beobachtungen noch unausgeglichenem Zufall beruhte, und das Ergebniss in wesentlich verschiedenem Licht erscheinen lässt. Es wurden die Versuche nämlich im December zuerst an Fröschen angestellt, die seit dem Herbst aufbewahrt waren, und die das Steigen der Kraft bei der gewöhnlichen Zurichtungsweise deutlich zeigten; in der That ich liess mit einem Versuche, in welchem die Aorta unterbunden wurde, meist einen solchen abwechseln, wobei auf die gewöhnliche Art verfahren wurde, und der zu der Reihe der 14 Versuche gehörte, über deren Ergebniss oben S. 292 berichtet wurde. Ausnahmslos nun hatte bei diesen Fröschen, sobald die Unterbindung der Aorta an die Stelle der gewöhnlichen Zurichtung gesetzt wurde, die erste Seite A die Oberhand über die zweite, so dass die Mittel aus den 48 gelungenen Messungen jederseits waren für

A	B
394	370
(106,6)	(100,0).

Als ich jedoch, wegen Erschöpfung dieses Vorrathes von

Fröschen, die Versuche an Thieren fortsetzte, welche im December frisch gefangen waren, erhielt ich nur an 2 Fröschen auf 8 ein Uebergewicht der ersten Seite im Mittel der acht Zahlen jeder Seite, und die Mittel aus den 63 gelungenen Messungen jederseits betrugen für

A	B
333	362
(100,0)	(108,7).

Es scheint also, dass das postmortale Wachsen der Kraft an gewisse Bedingungen von Seiten des Individuums geknüpft ist, welche von seiner Lebensweise abhängen; und damit wird der Schwierigkeit der hier übrig bleibenden Ermittelungen die Krone aufgesetzt. Es war beiläufig diese neue Sippschaft Frösche dieselbe, an der die eben beschriebenen Versuche mit Massenligatur angestellt wurden; so dass auch das Ergebniss dieser dadurch in seiner Allgemeingültigkeit verdächtigt wird.

Hier ist der Ort zu bemerken, dass ich noch nicht einmal im Stande bin zu sagen, ob das postmortale Wachsen der Kraft bei unserer gewöhnlichen Versuchsweise auch an frischen Sommerfröschen vorkommt; da meine früheren Versuche, welche dies zu bejahen schienen, durch den im vorigen Paragraphen aufgedeckten Fehler entwerthet sind.

Unter der Voraussetzung, dass das Steigen der Kraft bei der Massenligatur stattfindet, bei der Aortenunterbindung nicht, wäre denkbar, dass der Unterschied des Erfolges in beiden Fällen daher rühre, dass in dem Versuch mit der Massenligatur nachträglich auch die Nerven zerschnitten wurden, während sie in dem Versuch mit der Aortenunterbindung dauernd den Verkehr mit dem Centralnervensystem vermittelten, so dass noch Zusammenziehungen der Muskeln stattfanden. Ich habe daher zwei Versuchsreihen begonnen, in deren einer ich die Massenligatur am lebenden Frosch mit Erhaltung der Nerven, in deren anderer aber ich die Aortenunterbindung mit Durchschneidung der Nerven vornehme. Die wenigen Versuche der Art, die ich bisher angestellt habe, erlauben noch kein Urtheil über den Einfluss, den die Nerven hier ausüben mögen.

Ich versuchte auch, ob an mit Curara vergifteten Fröschen

das Wachsen der Kraft sich zeige, kam aber nicht in's Klare, weil bei den Winterfröschen die Resorption so langsam geschieht, dass 20—25 Minuten verstrichen, bis starke Reizung der Nerven sicher keine Zuckung mehr auslöste.

Endlich habe ich bereits zu ermitteln versucht, ob sich etwas dem Wachsen der Kraft zwischen natürlichem Längsschnitt und künstlichem Querschnitt Aehnliches an den unverletzten Muskeln kundgebe. Ich brachte Gastroknemien und Extensores cruris, welche dem erst eben auf die gewöhnliche Art zugerichteten Thiere entlehnt waren, mit ihrer oberen und unteren Sehne zwischen die Thonschilder und mass die Kraft des natürlichen Neigungsstromes des Achillesspiegels und des entsprechenden Sehnenspiegels des Unterschenkelstreckers [1]). 20—30 Minuten darauf verfuhr ich ebenso mit den Muskeln der anderen Seite, die bis dahin mit der Haut bedeckt geblieben waren. Der Versuch wurde 36 mal angestellt, und es kamen alle möglichen Stufen der Parelektronomie vor; Muskeln, welche — 80 Cgr., und solche, welche, ohne dass sie ein bekannter entwickelnder Einfluss getroffen hätte, gegen + 700 Cgr. gaben.

Die Kraft der Muskeln, wenn sie zwischen den Thonschildern ruhig liegen blieben, schien sich ihrem zeitlichen Verlaufe nach verschieden zu verhalten, je nachdem die Muskeln mehr oder weniger parelektronomisch waren. Bei stark parelektronomischen Gastroknemien sah ich sie minutenlang ganz beständig, während die Kraft der schwach parelektronomischen Muskeln ziemlich schnell wuchs. In einigen Fällen fand ich auch negativ wirksame Muskeln stärker negativ geworden, wenn ich sie nach kürzerem oder längerem Aufenthalt im feuchten Raume zum zweiten Mal auflegte.

Was die verhältnissmässige Kraft der erst- und zweitgeprüften Muskeln betrifft, so zeigte sich 23 Mal auf 36 ein bedeutendes Uebergewicht der ersten Seite, wenn man dazu die Fälle rechnet, in denen die Wirkung des ersten Muskels positiv, die des zweiten negativ, und die, in denen die eine und die andere

---

1) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 607. 613.

Wirkung, die zweite aber stärker, negativ war. Solcher Fälle kamen 10 vor, während nur 4 Mal die erste Seite negativ, die zweite positiv war. Das Mittel aus allen 36 Versuchen, wobei die negativen Kräfte von den positiven abgezogen sind, war für

A	B
155	69

Es scheint kaum, als könne bei 36 Beobachtungen dies Ergebniss ganz ein Werk des Zufalls sein, wenn auch die Grösse des Unterschiedes sich im Mittel zahlreicherer Messungen geringer herausstellen dürfte. Auch hier habe ich nicht unterlassen, bald die rechte, bald die linke Seite zur ersten zu machen (vergl. oben S. 292). Danach würde also unter denselben Umständen, unter denen der künstliche Querschnitt postmortal negativer wird, der senkrechte natürliche Querschnitt positiver werden, denn dieser Veränderung entspricht die Abnahme des aufsteigenden, die Zunahme des absteigenden natürlichen Neigungsstromes, auf den sich unsere Beobachtungen beziehen; es würde die postmortale Erhöhung der Muskelstromkraft allein mit künstlichem Querschnitt wahrnehmbar sein.

§. 9. Von der wahrscheinlichen Bedeutung der postmortalen Erhöhung der Muskelstromkraft.

Soll schliesslich von der Bedeutung der neuen Erscheinung die Rede sein, so ist zunächst zu bemerken, dass ein postmortales Wachsen auch der mechanischen Leistung der Muskeln bereits beobachtet ist. Hr. Lud. Hermann spricht in seinen „Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln u. s. w.“ S. 50 von der Erregbarkeitserhöhung ausgeschnittener Muskeln als von etwas ganz Gewöhnlichem. Aus seinen ungedruckten Versuchsprotocollen, welche er auf meine Bitte so gütig war, in Bezug hierauf durchzusehen, liess sich entnehmen, dass dieselbe Erscheinung auch an mit Curara vergifteten Fröschen vorkomme. Entsprechenden Wahrnehmungen begegnet man in Hrn. Ranke's Versuchstabellen, und zwar zeigt sich darin nicht bloss ein Ansteigen der Erregbarkeit, sondern auch der Hubkraft der Muskeln, letzteres ge-

rade an Curarafröschen[1]). Freilich stimmen die Bedingungen, unter welchen bis jetzt die postmortale Erhöhung der mechanischen Leistung wahrgenommen wurde, nicht völlig mit denen überein, unter welchen wir die elektromotorische Leistung wachsen sahen. In Hrn. Hermann's Versuchen waren die Muskeln ausgeschnitten, und deren Stromkraft würde also im Sinken angetroffen worden sein. In Hrn. Ranke's Versuchen waren die Muskeln zwar mit der Haut bedeckt, aber die Nerven waren undurchschnitten, und die zweite, stärkere Zuckung oder die höhere Erregbarkeit wurde nach sehr viel kürzerer Zeit beobachtet, als wir verstreichen lassen, um die postmortale Steigerung der Stromkraft wahrzunehmen. Hrn. Ranke's Versuche beziehen sich dabei ausschliesslich auf den M. gastroknemius, an dem das Vorkommen der postmortalen Erhöhung der elektromotorischen Kraft im unversehrten Zustande nicht nur nicht beobachtet, sondern nach den vorliegenden Thatsachen eher zu bezweifeln ist. Damit es erlaubt sei, die postmortale Erhöhung der mechanischen mit der der elektromotorischen Leistung in Zusammenhang zu bringen, müssten beide unter einerlei Bedingungen wahrgenommen worden sein. Immerhin wird durch die Thatsache, dass es eine postmortale Erhöhung der mechanischen Leistung giebt, der postmortalen Erhöhung der elektromotorischen Kraft die gefährliche Spitze abgebrochen, die sie beim ersten Anblick wider die Bedeutung zu kehren scheint, welche wir den thierisch-elektrischen Erscheinungen zuzuschreiben gewohnt sind.

Inzwischen hat auch möglicherweise die postmortale Erhöhung der elektromotorischen Kraft mit der eigentlichen Muskelstromkraft, oder der Kraft der elektromotorischen Muskelmolekeln, Nichts zu schaffen. Vielleicht ist diese vom Augenblick der Zurichtung an im Sinken begriffen (abgesehen von einer mit der mechanischen Leistung parallelen positiven Schwankung), mit der Unterbrechung des Kreislaufes aber beginnt eine Störung des Stoffwechsels im Muskel, in Folge deren das Innere der

---

1) A. a. O. S. 225. 3. (Curarafrosch) 352. I. 1. 2. 359. II. 1. 2. (Curarafrosch) 363. VI. VII. 1. 387. I.

Primitivbündel, folglich jeder künstliche Querschnitt minder alkalisch oder mehr sauer reagirt, so dass beim Ableiten des Stromes vom künstlichen Querschnitt zwischen diesem und dem Thon eine den Muskelstrom unterstützende Flüssigkeitskette gestärkt oder eine ihm entgegenwirkende Kette geschwächt wird; wobei der Längsschnitt in Berührung mit dem Thon ein unverändertes Kettenglied abgiebt. Die Summe der Wirkungen der Flüssigkeitskette und der eigentlichen Muskelstromkraft wächst so bis zu einem Maximum, von dem sie wieder herabsinkt, weil die eigentliche Muskelstromkraft zu sinken fortfährt, die Kraft der Kette aber eine beständige Grösse erreicht, oder deren Veränderung verhältnissmässig langsamer vor sich geht. An den von der Haut entblössten Muskeln erfolgt statt des Wachsens sofortiges Sinken der Gesammtkraft, weil das Sinken der eigentlichen Muskelkraft zu rasch geschieht.

Mit dieser Vorstellung würde es stimmen, dass bei Ableitung des Stromes vom natürlichen Querschnitt (am Gastroknemius) die postmortale Erhöhung der Kraft vermisst wird. Dass die Aortenunterbindung in unseren Versuchen oft nicht so wirkte, wie die gewöhnliche Zurichtung und die Massenligatur, erklärt sich vielleicht so, dass bei dem erhaltenen Zusammenhange der Muskeln mit dem Centralnervensystem durch die Nerven die Muskeln sich stark und viel zusammenzogen, so dass die eigentliche Muskelstromkraft schneller als sonst sank. Dagegen ist es mir allerdings nicht geglückt, einen Unterschied nachzuweisen zwischen der Reaction von Muskeln, die unmittelbar nach der gewöhnlichen Zurichtung ausgeschnitten wurden, und der von Muskeln der anderen Seite, welche eine Viertelstunde länger in der Haut verweilt hatten. Doch liegt die Rechtfertigung nahe, dass die elektromotorische Wirkung immer noch ein zarteres Reagens abgebe, als das empfindlichste Lakmuspapier oder die besten Liebreich'schen Täfelchen.

Das Ausbleiben der postmortalen Erhöhung der Muskelstromkraft, wie sie auch zu Stande komme, sobald die Muskeln von der Haut entblösst sind, ist an und für sich von Bedeutung. Dass die Entfernung der Muskeln aus ihrer natürlichen Umgebung in dem Maasse verderblich auf ihr elektromotorisches

Vermögen wirke, ist neu, aber zugleich in vollkommenem Einklange mit den oben S. 273 bereits erwähnten Ermittelungen des Hrn. Hermann über die Oberflächenzehrung der Muskeln. Damit stimmt noch insbesondere, dass es vorzüglich die dünneren Muskeln sind, durch welche an enthäuteten Präparaten die zweite Seite unterliegt (s. o. S. 282). Unsere Theorie der Ströme am Längs- und am Querschnitt, ihres sichtbaren Wachsens im aufliegenden Muskel, des Gesetzes der Spannweiten, der grösseren Kraft längerer und dickerer Muskeln, erhält durch diese Thatsachen eine erfahrungsmässige Grundlage. Es laden dieselben sodann zu grösserer Vorsicht ein, als sie bis jetzt beobachtet worden ist, bei allen Arten von Versuchen am Muskel, wobei man fast ausnahmslos an enthäuteten, der Luft ausgesetzten Muskeln gearbeitet hat, ohne zu beachten, was erst jetzt völlig klar ward, dass solche Muskeln sich stets sogleich mit einer absterbenden Schicht bekleiden, die möglicherweise von erheblichem Einfluss auf die Ergebnisse ist. In vielen Fällen wird dies nicht zu ändern sein, und alsdann wird man sich damit begnügen müssen, den nun erkannten Fehler so gut wie möglich in Rechnung zu ziehen. Wo aber das Enthäuten der Muskeln vermieden werden kann, wird dies fortan stets geschehen müssen.

Unsere Erfahrungen in Verbindung mit den Hermann'schen sind endlich, wie mir scheint, auch geeignet, Licht auf den verderblichen Einfluss zu werfen, den die Berührung der Luft auf Wunden und eiternde Flächen übt, und somit auf die heilsame Wirkung luftabsperrender Salben und Pflaster, sowie auf den günstigen Erfolg subcutaner Operationen.

§. 10. Fernere Bemerkungen über den Muskel- und Nervenstrom im nicht polarisirbaren Kreise.

Die Nerven habe ich auf ein postmortales Wachsen ihrer Kraft, wie es bei den Muskeln vorkommt, noch nicht untersucht.

Ist im Verlaufe der Zeit die Kraft des mit Längsschnitt und künstlichem Querschnitt aufliegenden Muskels tiefer gesunken, so gelingt es nicht, wie ich dies ehemals glaubte, durch An-

frischen des Querschnittes eine Hebung derselben zu bewirken. Ich bin zu der Ueberzeugung gelangt, dass dies eine Täuschung war, erzeugt durch die Polarisation der Elektroden[1]). Ich finde jetzt, dass nach Anfrischen des Querschnittes der Strom zuweilen genau dieselbe Grösse zeigt wie vorher; andere Male bemerkt man eine geringe Abnahme, noch andere Male eine geringe Zunahme. Allein diese Schwankungen sind nicht grösser als die oben S. 265 erwähnten, die sich beim blossen Abheben und Wiederauflegen ohne Erneuerung des Querschnittes kundgeben. So ist das Verhalten nicht allein mit Thonschildern, sondern auch mit Eiweisshäutchen, und auch wenn man diese von den Zinkbäuschen der unpolarisirbaren Zuleitungsgefässe durch Kochsalz-Hülfsbäusche trennt; zum Beweise, dass meine früheren Erfolge nicht davon abhingen, dass ich mich anderer Stoffe zur Ableitung bediente, als jetzt, sondern von der Polarisirbarkeit der Vorrichtung.

Dies Ergebniss ist von Wichtigkeit, indem es die Dinge an dieser Stelle vereinfacht. Um die Hebung des Stromes durch das Anfrischen des Querschnittes zu erklären, habe ich voraussetzen müssen, dass eine am Querschnitt absterbende Schicht ihre Kräfte zum Theil umkehre, so dass sich gleichsam eine künstliche parelektronomische Schicht bilde[2]). Später habe ich dazu an das Wegfallen eines secundären Widerstandes in der entfernten Muskelquerscheibe gedacht; und jetzt würde man sich auch noch darauf berufen können, dass diese Scheibe innerlich polarisirt sein müsse, wenn nicht glücklicherweise alle diese Annahmen sich als unnöthig erwiesen. Zur Erklärung des kleinen positiven Ausschlages, den man manchmal beim Anätzen und Brennen des künstlichen Querschnittes eines mit asymmetrischen Längsschnittspunkten auf-

1) Ich habe dies schon vorläufig angezeigt in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. VIII. 1862. S. 409. Anm. 1., und in diesem Archiv, 1863, S. 662. Hier finden sich die Stellen angeführt, wo ich jene unrichtige Lehre vortrug.

2) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth II. S. 113 ff.

liegenden Muskels erhält, muss man aber jetzt zur Vorstellung zurückkehren, dass derselbe von einer Annäherung des Querschnittes an den nächsten aufliegenden Punkt herrührt[1]).

Auch bei den Nerven findet keine Hebung der gesunkenen Stromkraft durch Anfrischen des Querschnittes statt.

Ueber die im weiteren Verlauf eintretende Abnahme der elektromotorischen Kraft ausgeschnittener und auf die Multiplicatorenden gebrachter Muskeln hat schon vor Jahren Hr. Jules Regnauld Messungen mitgetheilt. Er bestimmte die Zeiten, welche verflossen, während die Kraft der mit Kniestumpf und Querschnitt aufgelegten unteren Oberschenkelhälfte vom Frosch (Élément Matteucci) um eine seiner thermoëlektrischen Einheiten (Wismuth und Kupfer bei 0° und 100°) sank, und sah diese Kraft von 9—10 Einheiten binnen 31 Minuten auf 4—3, binnen 73 Minuten (im Ganzen) auf 3—2, binnen 193 Minuten auf 1 Einheit und darunter, fallen; zuerst also schneller, dann immer langsamer abnehmen. Eine ähnliche Reihe wurde mit dem Soleus des Kaninchens angestellt, wobei die Art der Ableitung sich nicht angegeben findet. Das Sinken geschah daran, früheren Erfahrungen gemäss, noch schneller als am Froschpräparat[2]).

Es ist meine Absicht nicht, hier auf eine erneute, gründliche Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der thierisch-elektrischen Ströme einzugehen, wie die jetzigen Hülfsmittel sie gestatten, mir jedoch der Mangel an zusammenhängender Arbeitszeit, welche dazu das erste Erforderniss ist, sie untersagen würde. Ich will diesen Punkt nur so weit berühren als nöthig, um das Bild der thierisch-elektrischen Ströme bei der jetzigen Versuchsart zu vervollständigen. In diesem Sinne bemerke ich, dass Hrn. Regnauld's Angaben eine übertriebene Vorstellung von der Vergänglichkeit des Muskelstromes erwecken, insofern bei ihm die Kraft ungleich schneller sank, als dies meinen Erfahrungen nach der Fall zu sein pflegt. Obschon nämlich nicht

1) Ebendas. S. 77 ff.

2) Comptes rendus etc. 15 Mai 1854. t. XXXVIII. p. 890; — Archives des Sciences physiques et naturelles etc. T. XXVII. p. 47.

in der Lage, eine vollständige Versuchsreihe über den zeitlichen Verlauf der Muskelstromkraft mitzutheilen, besitze ich doch den Anfang einer solchen in den oben S. 269 erwähnten Messungen an Sartorien und Graciles, wobei die Kraft und die Stromstärke eine Stunde lang alle fünf Minuten abgelesen wurden. Es ergiebt sich daraus, dass bei meiner Art der Behandlung die Kraft eines einzelnen querdurchschnittenen Oberschenkelmuskels vom Frosch im Mittel aus 6 Beobachtungen binnen 30 Minuten erst etwa auf 0,75, binnen 60 Minuten auf 0,59 ihres ursprünglichen Werthes sinkt. Noch nach 120 Minuten betrug im Mittel aus 2 Beobachtungen am Gracilis die Kraft 0,38 der ursprünglichen, d. h. sie war verhältnissmässig fast noch so gross wie Hr. Regnauld sie nach 31 Minuten fand.

Ueber den Grund dieses Unterschiedes weiss ich nichts Bestimmtes zu sagen. Meine Versuche sind im December, an Winterfröschen und im geheizten Zimmer angestellt; Hr. Regnauld sagt nichts über die zur Zeit der seinigen herrschende Temperatur. Aus seinen Mittheilungen erhellt auch nicht, ob er die Muskeln gegen die Trockniss, und ob und wie er sie gegen die Berührung der Zinklösung geschützt habe. Dass die Erhöhung der Kraft durch Säurung des Thonschildes am Querschnitt (s. o. S. 286) in meinen Versuchen eine grössere Beständigkeit vorgespiegelt habe, ist kaum denkbar. Wohl aber mögen die in der Mitte ihrer Länge querdurchschnittenen Oberschenkelmuskeln des von Hrn. Regnauld angewendeten Präparates ihrer Kürze halber schneller abgestorben sein. Was aber unstreitig die Hauptsache war, es entwickelte sich in dem Sehnenspiegel des Triceps femoris eine elektromotorische Gegenkraft durch Zerstörung der parelektronomischen Schicht; wie man dies sieht, wenn man die untere Hälfte eines Gastroknemius einerseits mit künstlichem Querschnitt, andererseits mit dem Achillesspiegel auf nackte oder mit Eiweisshäutchen bekleidete Bäusche bringt[1]).

Beobachtet man, bei Gegenwart eines Muskels im Kreise, Stromstärke und Kraft, und dividirt man mit der Zahl für

1) Ueber das Gesetz u. s. w. A. a. O. S. 661.

erstere in die für letztere, so erhält man ein relatives Maass des Gesammtwiderstandes des Kreises. Indem ich diese Berechnung mit den Zahlen der oben S. 269 erwähnten Beobachtungsreihen vornahm, fand ich, dass der Gesammtwiderstand, gewisser Schwankungen ungeachtet, im Allgemeinen mit wachsender Versuchsdauer abnahm, so dass er bei Anwendung des Sartorius nach einer Stunde nur noch etwa 0,9 seines Anfangswerthes betrug. In Folge davon fiel in jenen Reihen, wenn die Kraft, wie wir jetzt wissen, durch Säurung des Thonschildes am Querschnitt anfänglich stieg, das Maximum der Stärke oft nicht zusammen mit dem der Kraft, sondern meist trat jenes etwas später ein als dieses.

Einer Erwärmung des Muskels und der zur Ableitung dienenden feuchten Leiter kann diese Abnahme des Widerstandes schwerlich zugeschrieben werden. Sie kann dagegen herrühren von dem Eindringen der Zinklösung in den Thon, und von der Säurung des Muskelquerschnittes. Diese kann in doppelter Weise dazu beitragen, erstens insofern der Widerstand der abgestorbenen Schicht am Querschnitt,[1]) zweitens insofern der Widerstand des den Querschnitt berührenden Thonschildes dadurch vermindert wird. Es wäre übrigens auch möglich, dass der Widerstand des ganzen Muskels eine allmähliche Verminderung erführe, als Anfang der mit seinem Tode verknüpften bedeutenden Herabsetzung.

1) Nach Hrn. Ranke beträgt der eigenthümliche Widerstand des todtenstarren Muskels nur noch ein Drittel des Widerstandes des frischen Muskels. (Der galvanische Leitungswiderstand des lebenden Muskels. Geschrieben pro facultate legendi etc. Ansbach 1862. S. 32 ff. 55; — Tetanus u. s. w. S. 35.).

Anatomie einer zweiköpfigen, dreiarmigen, dreibeinigen, weiblichen Doppelmissgeburt.

Von

Dr. Albert Baur,

Privatdocent und Assistent in Erlangen.

(Schluss.)

(Hierzu Taf. IX. und X. A.)

Muskelsystem.

Die Anordnung des Muskelsystems der Doppelmissgeburt ist eine doppelt bilateral-symmetrische. Zerlegt man in Gedanken den Körper der Missgeburt in zwei Abschnitte durch einen Schnitt, der den Medianebenen beider Wirbelsäulen folgt, so erhält man einen vorderen Körperabschnitt, welcher selbst wieder bilateral symmetrisch ist und zur Hälfte zum rechten, zur Hälfte zum linken Individuum zu rechnen ist und welcher zwei obere und zwei untere normal gebildete Extremitäten trägt. Man erhält ferner einen hinteren Körperabschnitt, welcher gleichfalls bilateral symmetrisch ist, zur Hälfte dem rechten, zur Hälfte dem linken Individuum angehört, aber nur eine obere und nur eine untere Extremität besitzt.

Der vordere Körperabschnitt der Missgeburt, wie er sämmtliche Skelettheile eines normalen und einfachen Individuums enthält, so besitzt er auch sämmtliche Muskeln eines solchen in normaler Zahl und Anordnung. Die Muskeln der vorderen Halshälften, der vorderen Rumpffläche, sowie der beiden dazu gehörigen oberen und unteren Extremitäten bedürfen also kei-

ner besonderen Betrachtung und wurden auch keiner Untersuchung unterworfen.

Die Muskeln der hinteren Halshälften und der hinteren Rumpffläche entsprachen gleichfalls zu einem beträchtlichen Theil denen eines einfachen und normalen Individuums, zu einem andern Theil aber sind sie in der Zahl reducirt, in der Anordnung verändert oder durch Verschmelzung in ihrer Form von der Normalform abweichend. Da die hintere Körperansicht der Missgeburt sich durch den Besitz einer einzigen oberen und einer einzigen unteren Extremität unterscheidet, so ist vorauszusehen, dass die gesagten Veränderungen vorzugsweise diejenigen Muskelgruppen treffen werden, welche der oberen und unteren Extremität angehören oder dieselbe an den Stumpf befestigen; und wenn wir dieselben im Voraus näher bezeichnen wollen, so bestehen sie darin, dass an der unpaarigen Extremität ein System von Muskeln sich findet, das aus den Muskeln zweier normaler einfacher Extremitäten combinirt erscheint und deshalb unmittelbar den Eindruck der Verschmelzung zweier Systeme in ein einziges macht. Die Combination oder Fusion ist der Art, dass die unpaarige Extremität sowohl von der rechten als von der linken Extremität eines Normalkörpers gewisse Muskelgruppen sich angeeignet und mit Weglassung der übrigen in einer einerseits zu ihrem Knochenbau, andererseits zu ihrer Beziehung zum Gesammtkörper passenden Weise so an sich angebracht hat, dass eine Extremität von ganz eigenthümlichem Typus und vollkommen bilateral symmetrischem Bau entstanden ist.

Das Gesagte gilt vorzugsweise von der unpaarigen oberen Extremität, welche mehr als die untere ausgebildet ist, und welche in Bezug auf Sonderung der Muskelindividuen bei so abweichender Zusammensetzung eine seltene Stufe der Vollkommenheit und Regelmässigkeit erreicht hat. Die untere unpaarige Extremität zeigt deutlich dasselbe Princip der Muskelanordnung, die Muskeln sind aber auf beiden Seiten nicht gleichmässig, überhaupt nicht so vollkommen ausgebildet und grossentheils durch Verschmelzungen der Muskelindividuen unkenntlich gemacht. Sie konnten deshalb einer so genauen Analyse wie die der oberen nicht unterworfen werden.

Indem ich hoffe, durch die vorangeschickten Bemerkungen bei dem Leser einiges Interesse an scheinbar so unwichtigen Theilen, wie die Muskeln einer Doppelmissgeburt sind, erregt zu haben, wende ich mich zur Schilderung der einzelnen Muskelgruppen und bemerke dabei nur noch, dass eine richtige Vorstellung von der Muskelanordnung sich leichter aus der Betrachtung der Abbildung als durch umständliche Beschreibung gewinnen lässt. Ich beschränke mich deshalb auf eine kurze Skizzirung des bei jeder Muskelgruppe von der Norm Abweichendem und verweise in Betreff des Einzelnen auf die bildliche Darstellung und deren Erläuterung.

Die unpaarige Clavicula, welche durch Verschmelzung der beiden hinteren Schlüsselbeine entstanden zu denken ist, dient mit ihrem Sternalende und dem daran sich schliessenden Rudiment eines Manubrium sterni posterioris zum Ursprung den Portiones sternales der beiden hinteren (d. h. dem hinteren rechten und dem hinteren linken) Musculi sternocleidomastoidei und den beiden hinteren Sternohyoidei und Sternothyreoidei; mit ihrem mittleren Drittel den Portiones claviculares und den beiden Omohyoidei posteriores; sodann mit ihrem Scapularende zum Ansatz den beiden Cucullares posteriores. Es befestigen sich also an die hintere unpaarige Clavicula von beiden Seiten her nicht allein die Muskeln, welche sonst an die beiden Claviculae sich befestigen, sondern auch gewisse andere Muskeln oder Muskelportionen, welche sonst entweder an die Scapula oder an das Sternum sich befestigen. Die Lage ist aus der Abbildung ersichtlich.

Von der Gruppe von Muskeln, welche vom Rumpf an die obere Extremität gehen, sind an dem dritten Arm der Missgeburt vorhanden: die beiden Cucullares (posteriores), die beiden Latissimi dorsi, die beiden Rhomboidei majores und minores, die beiden Levatores anguli scapulae; es ist ferner vorhanden jederseits ein Serratus magnus. Die genannten Muskeln haben alle die normale Insertion, an die beiden Scapulae resp. unpaarige Clavicula und Humerus. Die Musculi pectorales majores und minores fehlen ganz. Die Stelle, wo sie sein sollten, ist dadurch ausgefüllt, dass die beiden Serrati magni mit ihren

Rippenursprüngen einander nahe gerückt und der Mittellinie genähert sind.

Von den Muskeln der Schulter sind vollständig ausgebildet beide Deltoidei, Supraspinati, Infraspinati, Teretis majores und minores. Unvollständig ausgebildet, jedoch deutlich vorhanden sind die beiden Subscapulares. Die Fasern derselben können aber den Humerus nicht erreichen, sondern endigen theils an der Scapula, theils gehen sie an den hakenförmigen Fortsatz der unpaarigen Clavicula. Bei den beiden Deltoidei ist zu beachten, dass sie ohne zu verschmelzen dicht neben einander liegen und so gleichsam einen einzigen aus zwei symmetrischen Hälften bestehenden Deltoideus posterior bilden. Jeder der beiden Deltoidei oder jede Hälfte des Deltoideus entspringt von der Spina und dem Acromion der Scapula seiner Seite und hat keinen Clavicularursprung.

Die Muskeln des Oberarms der dritten Extremität bestehen aus zwei Musculi brachiales interni, welche für die Beugung, und zwei Musculi tricipites, welche für die Streckung des Vorderarms bestimmt scheinen. Die Coracobrachiales fehlen ganz, die Musculi bicipites fast ganz; die Fasern der Bicipites scheinen theils mit denen der Brachiales interni verschmolzen, theils mit denen der Supinatores radii longi verbunden zu sein. An den beiden Brachiales interni ist zu bemerken, dass sie sich nicht allein an die Ulna, sondern überwiegend an den Radius inseriren; und hieraus ist zu entnehmen, dass sie Bicepsfasern enthalten. Von den beiden Tricipites ist jeder nur zweiköpfig und besteht aus einem vollständig ausgebildeten von der Scapula entspringenden Caput longum und einem zweiten am Humerus entspringenden Kopf, welcher dem Caput internum entspricht. Die Capita externa fehlen. Die Insertion beider Tricipites ist am Olecranon.

Der Vorderarm der dritten Extremität hat wie der einer normalen zwei Ränder, einen Radialrand, einen Ulnarrand und zwei Flächen. Der Arm sei für die folgende Betrachtung horizontal und gerade nach hinten ausgestreckt. So sieht dabei der Radialrand gerade nach oben, der Ulnarrand gerade nach

unten. Von den zwei Flächen sieht die eine ganz nach rechts, die andere ganz nach links.

Als an dem Vorderarm die Haut entfernt, die Muskeln blosgelegt und von einander getrennt worden, fiel sofort in die Augen, dass an demselben auf der rechten wie auf der linken Fläche gleichnamige Muskeln in vollkommen symmetrischer Anordnung sich finden, und zweitens, dass sowohl die Muskeln der rechten als die der linken Vorderarmfläche in ganz unverkennbarer Weise sowohl ihrer Gestalt, als ihrer Lage, als ihrem Verhalten zum Skelet nach, den Extensoren und Supinatoren eines normalen und einfachen Vorderarms entsprachen. Die Muskeln sind wie an der Streckseite eines normalen Vorderarms so hier beiderseits in zwei Schichten angeordnet und es folgen von dem Radialrand gegen den Ulnarrand auf der rechten genau wie auf der linken Fläche folgende Muskeln auf einander, in der oberflächlichen Schicht: ein Musculus supinator radii longus, extensor carpi radialis longus, extensor carpi radialis brevis, extensor digitorum communis, extensor digiti minimi proprius, extensor carpi ulnaris; in der tiefen Schicht ein Musculus abductor longus und extensor brevis pollicis (deren Muskelbäuche verschmolzen, deren Sehnen aber gesondert sind), ein extensor pollicis longus und indicis proprius. Die Uebereinstimmung mit den genannten Muskeln eines normalen Arms ist so vollkommen und in die Augen fallend, dass die Deutung keiner besonderen Begründung bedarf und eine nähere Beschreibung ganz überflüssig ist. Auch das Verhalten der Sehnen der genannten Muskeln zu dem Ligamentum annulare carpi, welches beiderseits einem carpi dorsale gleicht, ist durchaus das normale. Nur folgende Abweichungen sind zu bemerken:

1) Die beiden Supinatores radii longi, welche die radiale Kante des Vorderarms einnehmen und dicht neben einander liegen, haben das Besondere, dass sie zweiköpfig sind. Ein jeder hat am Humerus ausser dem einen Ursprung über dem rechten und linken Condylus noch einen zweiten höher oben zwischen Triceps und Deltoideus. Die beiden Köpfe vereinigen sich gegenüber dem Ellbogengelenk in einen einzigen Muskelbauch, der von hier an das normale Verhalten des Supinator longus

hat. Der hoch entspringende oder lange Kopf eines jeden Supinator gehört eigentlich noch zu den Oberarmmuskeln und ist wahrscheinlich zu betrachten als ein Theil des entsprechenden Musculus biceps, der abnormer Weise am Humerus entspringt und sich mit dem Supinator radii longus zu einem einzigen Beugemuskel vereinigt hat.

2) In der tiefen Schicht ist beiderseits ein Supinator brevis nicht deutlich zu erkennen. Derselbe fehlt entweder, oder ist nur in wenigen Fasern vorhanden.

3) Die vier Sehnen des Extensor digitorum communis sind, obgleich nur zwei zugehörige Finger vorhanden sind, doch beiderseits vollzählig [1]).

Andere Muskeln, als die aufgezählten, sind an dem Vorderarm nicht vorhanden. Von dem Vorderarm der Missgeburt ist mithin in Bezug auf die Anordnung der Muskeln dasselbe zu sagen, was oben schon nach der äusseren Besichtigung von der Hand der dritten Extremität gesagt worden ist. Er hat

---

1) Das Verhalten der Sehnen der Vorderarmmuskeln zu den drei Doppelfingern hat sich bei wiederholter Untersuchung folgendermassen herausgestellt:

a) Der Daumen, dessen Skelet vollständig, erhält sechs Sehnen, nämlich jederseits eine von dem Abductor lougus, Extensor brevis und longus pollicis.

b) Der Zeigefinger besteht nur aus einem Mittelhandknochen, aber es gehört zu ihm jederseits die Sehne des Extensor indicis und eine des Extensor digitorum communis.

c) Der Mittelfinger ist vollständig vorhanden und bekommt jederseits eine Sehne des Extensor communis.

d) Der Ringfinger fehlt ganz, es ist auch der ihm entsprechende Mittelhandknocheu nicht vorhanden, wohl aber die zu ihm gehörigen Sehnen der beiden Extensores communes.

e) Der kleine Finger ist ganz vorhanden und abnorm gross. Es gehören zu ihm jederseits eine Sehne des Extensor communis und die Sehne des Extensor digiti minimi proprius.

Aus der Vertheilung der Sehnen geht deutlich hervor, dass die zwei fehlenden Finger der Zeige- und Ringfinger sind, und dass die drei vorhandenen Daumen, Mittel- und kleiner Finger sind. Hiernach ist die oben irrthümlich gemachte Angabe zu berichtigen.

zwei Streckflächen und keine Beugefläche. Seine Muskeln bestehen aus den symmetrisch angeordneten Streckern und Supinatoren einer rechten und einer linken Extremität; von Beugern und Pronatoren ist keine Spur vorhanden.

Wenn man sich diese Muskelanordnung vergegenwärtigt hat, so sind es zwei Fragen, die sich noch aufdrängen. Man kann sich besinnen, ob bei einem solchen Muskelbau, angenommen, die Missgeburt wäre am Leben geblieben, eine zweckmässige Muskelaction möglich gewesen wäre. Und man wird sich sagen müssen, dass eine solche Thätigkeit, soweit sie nicht in der Innervation ein Hinderniss findet, durch die Muskelanordnung an sich nicht ausgeschlossen würde, sogar bei der vollkommenen Sonderung der Muskelindividuen an der oberen Extremität mit Wahrscheinlichkeit eingetreten wäre. Auch durch die Streckmuskeln ist eine Beugung in den Fingergelenken und im Handgelenk möglich, sobald die Streckung den Grad erreicht, den man Hyperextension nennt. Setzt man also an die Stelle der durch Beugemuskeln bewirkten Flexion die durch die Streckmuskeln gemachte Hyperextension, so werden bis zu einem gewissen Grade alle Bewegungen, welche eine normale mit Beuge- und Streckmuskeln versehene Hand ausführen kann, auch von der nur mit Streckmuskeln versehenen ausgeführt werden können. Es ist nur der Unterschied, dass die Antagonisten der Streckmuskeln wieder die gleichnamigen Streckmuskeln sind. Für Pronation und Supination scheint bei der Muskelanordnung nicht gesorgt. Von den dazu dienenden Muskeln sind nur die Supinatores longi vorhanden und diese sind ganz in Beugemuskeln des Vorderarms verwandelt.

Das Zweite, worüber man nachdenken kann, ist, wie dieser eigenthümliche Muskelbau zu Stande gekommen ist. Hierüber lässt sich nur etwas sagen, indem man zu der schon mehrfach herbeigeholten Vorstellung seine Zuflucht nimmt, nämlich der, dass die dritte Extremität durch Verschmelzung zweier einfacher Extremitäten entstanden ist. Die Verschmelzung muss auch dem Verhalten der Muskeln nach so geschehen sein, dass die beiden Vorderarme mit den Beugeflächen auf einander lagen und die beiden Hände mit den Volarflächen, so dass Daumen

auf Daumen, kleiner Finger auf kleinen Finger kam; und bei der nun eintretenden Verschmelzung, muss man sich denken, sind einmal die Knochen wieder vollständig einfach geworden, von den Muskeln aber sind die Flexoren ausgefallen und die Streckmuskeln haben sich unversehrt und daher in doppelter Anzahl und symmetrischer Anordnung erhalten.

Was die Muskeln der hinteren Bauchwand betrifft, so ist aus der Abbildung zu ersehen, dass die beiden Obliqui abdominis externi und wahrscheinlich darunter die interni und transversi vorhanden, aber besonders in ihrem aponeurotischen Theil verschmälert sind. Es sind ferner die beiden Recti abdominis posteriores vorhanden.

Was die Muskeln der dritten unteren Extremität betrifft, so sieht man aus dem abgebildeten Verhalten der vier Musculi glutaei, dass sie nach demselben Princip angeordnet sind, wie die der dritten oberen. Bei den übrigen Muskeln des Oberschenkels und denen des Unterschenkels wurde wegen unregelmässiger Ausbildung, unvollständiger Sonderung und vielfacher Verschmelzung derselben, auf eine Darstellung verzichtet.

Nervensystem.

Wenn man sich besinnt, ob in einer Doppelmissgeburt ein oder zwei Individuen enthalten seien, so kann man diese Frage auf zwei ganz verschiedenen Wegen zu entscheiden versuchen, welche selbst in einem und demselben Fall zu entgegengesetztem Resultat führen können. Auf dem einen Weg fragen wir nach der Entstehung, auf dem anderen fragen wir, unbekümmert um die Entstehung, nach der anatomischen und physiologischen Selbstständigkeit derjenigen Organe, welche das Hauptkriterium für die individuelle Selbstständigkeit geben; und dieses sind die Organe des psychischen Lebens. Wir lassen die erste schon oben berührte Frage hier ganz aus dem Spiel und haben nur die zweite im Auge.

Die Annahme, dass in der Doppelmissgeburt, welche wir vor uns haben, zwei Individuen enthalten seien, gründet sich, wenn wir von der Entstehungsweise absehen, darauf, dass in derselben, wie zwei vollkommen getrennte Wirbelsäulen, so zwei

völlig selbstständige cerebrospinale Centralnervensysteme vorhanden sein müssen, woraus folgt, dass die Centra der bewussten Empfindung und willkürlichen Bewegung völlig verdoppelt sind und angenommen, die Missgeburt wäre am Leben geblieben, auch fähig gewesen sein mussten, selbstständig zu functioniren.

Sucht man nun aber in dem Körper der Doppelmissgeburt das, was dem einen Individuum angehört oder der einen Psyche gehorcht, von dem was dem anderen oder der Psyche des anderen angehört, zu trennen, so kann dieses der äusseren Betrachtung nach am wahrscheinlichsten geschehen durch einen verticalen Schnitt, welcher den Körper der Missgeburt in seiner Medianebene halbirt. Am wahrscheinlichsten deshalb, weil wir voraussetzen, dass jedes Individuum an dem Gesammtkörper gleich grossen Antheil haben werde und dieser Schnitt der einzige ist, welcher den Gesammtkörper in zwei ganz gleiche Hälften theilt. Dieser Medianschnitt finge oben zwischen beiden Hälsen an, halbirte die hintere Clavicula der Länge nach, ginge an der vorderen Rumpffläche durch die Mittellinie des Sternum, den Nabel und die vordere Symphyse, hinten halbirte er zuerst die dritte obere Extremität der Länge nach, ginge in der Mittellinie der hinteren Brust und Bauchwand zur hinteren Symphyse herunter und halbirte sodann auch die dritte untere Extremität ihrer ganzen Länge nach. Man erhielte so zwei vollkommen gleiche und symmetrische Hälften der Missgeburt, wovon jede mit einem Kopf (einer Wirbelsäule, zwei Thorax- und Beckenhälften) und anderthalb oberen und anderthalb unteren Extremitäten versehen wäre. Dass jede Hälfte genau einem Individuum entspricht, ist aber zunächst eine willkürliche Annahme; es fragt sich, giebt es einen anatomischen Beweis dafür, dass die Grenze zwischen beiden Individuen in der angegebenen Weise zu ziehen ist. Ein streng gültiges anatomisches Kriterium dafür, wo das eine Individuum aufhört und das andere anfängt, lässt sich aus der Beschaffenheit der bisher untersuchten anatomischen Systeme nicht beibringen, ein solches lässt sich weder finden in dem Bau des Skelets und der Muskeln, noch lässt es sich finden in dem Verhalten der Eingeweide

und dem Verlauf der Blutgefässe. Denn hiernach liesse sich theils die Missgeburt, wie wir bei den Muskeln gesehen haben, in ganz anderer Weise zerlegen, theils liesse sich eine bestimmte Grenze gar nicht ziehen. Ein sicheres Kriterium für die Sonderung der jedem Individuum angehörigen Theile ergiebt sich vielmehr nur aus der Betrachtung des Systemes, welches im Bisherigen noch nicht berücksichtigt worden ist, nämlich des Nervensystems der Missgeburt oder genauer gesagt aus der Art und Weise, wie die beiden selbstständigen cerebrospinalen Nervensysteme der Missgeburt sich in ihrer peripherischen Ausbreitung in gewissen gemeinschaftlichen Theilen zu einander verhalten. Der Wunsch, hierüber in's Klare zu kommen, ist es, welcher veranlassen muss, auch die Nerven bei der Zergliederung nicht unbeachtet zu lassen.

Es erhellt ohne besondere Präparation aus dem Verhalten der übrigen Theile, dass von dem vorderen Abschnitt des Rumpfes der Missgeburt die rechte Hälfte durch das Nervensystem des rechten Individuums, die linke Hälfte durch das Nervensystem des linken Individuums versorgt wird, dass somit die Grenze zwischen den Bezirken beider spinalen Nervensysteme am Rumpf die vordere und hintere Mittellinie desselben ist; ebenso versteht es sich nach dem Bisherigen von selbst, dass von den zwei normalen oberen und unteren Extremitäten der rechte ausschliesslich von dem Nervensystem des rechten, die linke ausschliesslich von dem Nervensystem des linken Individuums mit Nerven versehen wird. Wie verhält es sich aber mit der dritten oberen und dritten unteren Extremität, durch welche die Medianebene der Missgeburt geht und von welchen wir angenommen haben, dass sie beiden Individuen gemeinschaftlich seien? Ist dies richtig, so muss jede von diesen Extremitäten auch von beiden Individuen her innervirt werden. Die Art, wie dies geschieht, lässt sich verschieden denken. Die anatomische Untersuchung bestätigt nicht nur die Annahmen vollständig, sondern sie zeigt weiter, dass auch an den Extremitäten die Grenze zwischen beiden Individuen sich ganz scharf ziehen lässt, indem, wie man wenigstens an der oberen Extremität deutlich sieht, von den beiden symmetrischen Hälf-

ten derselben mit fast mathematischer Genauigkeit die linke von dem Centralnervensystem des linken, die rechte von dem des rechten Individuums innervirt wird und deshalb diese Extremität ihrer Bewegung und Empfindung nach genau zur Hälfte dem rechten, zur Hälfte dem linken Individuum angehört. Die Neurologie unserer Doppelmissgeburt zeigt weiter, dass die Abzweigung des rechten und die des linken Nervensystems, welche beide in die gemeinschaftliche Extremität gehen, wie sie einen gleichen Verbreitungsbezirk haben, so eine ganz symmetrische Verästelung haben, dass aber diese Verästelungsweise beiderseits, wie sich aus der abnormen äusseren Gestalt und der abnormen Anordnung der Muskeln erwarten lässt, sehr beträchtlich von der bei einfachen normalen Extremitäten gültigen Norm abweicht.

In der Achselhöhle der dritten oberen Extremität, welche nach hinten von dem Humerus, nach vorn von den ersten Rippen, rechts und links von der Sehne eines Musculus latissimus dorsi begrenzt wird, findet man zwei starke und gleich grosse Nervenstämme, welche in der Mitte durch die Arteria und Vena axillaris von einander getrennt sind. Ein jeder von diesen Nervenstämmen ist durch Vereinigung der Nervenstränge eines Plexus brachialis entstanden und zwar der rechte durch Vereinigung der Nerven des Plexus brachialis posterior des rechten Individuums, der linke durch Vereinigung der Nerven des Plexus brachialis posterior des linken Individuums; und was die Verbreitung betrifft, so versorgt der linke die Haut und die Muskeln der linken Hälfte des dritten Arms, der rechte die Haut und die gleichnamigen Muskeln der rechten Hälfte. In ihrem Verlauf und ihrer Verzweigung stimmen sie vollständig überein. Ein jeder giebt nämlich zuerst in der Achselhöhle einen Nervus axillaris ab für den Deltoideus seiner Seite und spaltet sich darauf in einen schwachen Nervus ulnaris und einen starken Nervus radialis. Die beiden Nervi ulnares verlaufen zwischen den Musculi tricipites zum Ellbogen und gehen der eine rechts, der andere links von der Ulna an dem Ulnarrand des Vorderarms bis zur Hand, indem jeder auf seiner Seite den an den Ulnarrand grenzenden Theil von der Haut des Vor-

derarms und der Hand versorgt. Von den beiden Nervi radiales, welche sehr stark und die eigentliche Fortsetzung des Achselhöhlenstammes sind, geht ein jeder, der eine links, der andere rechts, letzterer von der unpaarigen Arteria brachialis begleitet, zwischen den beiden Köpfen des Triceps seiner Seite um die äussere Seite des Humerus herum und wendet sich so von der unteren Seite an die äussere und von der äusseren an die obere des Armes. Dabei liegt jeder zuerst zwischen Triceps und dem langen Kopf der Supinator longus, dann zwischen den beiden Ursprüngen des letzteren Muskels und zuletzt zwischen Brachialis internus und Supinator longus; und während die beiden Nervi radiales an der unteren Seite des Oberarms zwischen den Musculi tricipites sich von einander trennen, kommen sie an der oberen Seite in der Mitte zwischen beiden Musculi supinatores longi wieder dicht neben einander zu liegen. Etwas über dem Ellbogengelenk spaltet jeder von den beiden Nervi radiales sich in einen Ramus profundus, der vorzugsweise Muskeln, und einen Ramus superficialis, der vorzugsweise Haut versorgt. Von den beiden Rami profundi wendet sich jeder in Begleitung der Arteria ulnaris (Interossea externa) gegen die Ulna hin und löst sich in der Mitte des Vorderarms in Zweige auf, welche den grössten Theil der Streckmuskeln versorgen. Die beiden Rami superficiales nervorum radialium laufen an dem Radialrand des Vorderarms zu beiden Seiten der unpaarigen Arteria radialis und versorgen, jeder auf seiner Seite, den radialen Theil von der Haut des Vorderarms und der Hand.

Bei der im Vorausgehenden geschilderten Nervenvertheilung ist noch Folgendes zu beachten. Während an einer normalen einfachen Extremität aus dem Plexus brachialis, wenn wir von den kleineren Zweigen absehen, 3 Hauptnervenstämme hervorgehen: ein Nervus medianus, ulnaris und radialis, sind an dem aus zwei Extremitäten durch Verschmelzung entstandenen Arm vier Nervenstämme, zwei Nervi ulnares und zwei Nervi radiales. Es sind bei der Verschmelzung also die Nervi mediani ausgefallen; und es ist leicht einzusehen, dass dieses Ausfallen der Nervi mediani mit dem Fehlen aller derjenigen Muskelgruppen

(Beuger und Pronatoren) und Hautstrecken im Zusammenhang steht, welche an einem normalen einfachen Vorderarm von dem Nervus medianus versorgt werden. Von den Nervi ulnares ist noch zu bemerken, dass jeder derselben nicht den ganzen Stamm eines normalen Nervus ulnaris repräsentirt, sondern nur einem Theil desselben, nämlich dem Ramus dorsalis entspricht. Es sind auch von dem Nervus ulnaris die Zweige, welche die Volarfläche versorgen, ausgefallen. Das Merkwürdigste aber von der Innervation der Extremität ist, dass von diesen vier Nerven ein Radialis und Ulnaris aus dem Rückenmark des rechten und die zwei anderen aus dem des linken Individuums stammen und dass so beide Individuen sich in die Haut und in die Muskeln der Extremität theilen. Von den Muskelästen ist dieses ganz streng gültig. Was die Hautäste betrifft, so sind diese zwar auch paarig, aber es scheint und ist auch aus der Abbildung ersichtlich, dass die durch die Medianebene gestreckten Grenzen beider Hälften von den Hautästen weniger streng eingehalten werden, dass vielmehr bei der Versorgung der Haut die Nerven beider Hälften einander gegenseitig ergänzen.

Wenn wir schliesslich wieder auf die Frage kommen, ob die dritte Extremität vermöge ihrer Innervation zu einer bestimmten Thätigkeit befähigt gewesen wäre, eine Frage, die wir schon oben bei der Betrachtung der Muskeln uns gestellt haben, so ist diese Frage jetzt nach Kenntniss des Nervenverlaufs ganz anders zu beantworten, als wenn man nur die Muskeln berücksichtigt. Während der Anordnung der Muskeln nach eine zweckmässige Thätigkeit nicht ausgeschlossen scheint, ist der Art der Innervation nach eine solche geradezu unmöglich. Bedingung einer zweckmässigen Bewegung ist harmonisches Zusammenwirken der Muskeln, und dieses wiederum ist nur dann möglich, wenn alle dazu nöthigen Muskeln demselben Willen gehorchen. Aber es ist klar, dass, wenn ein bestimmter Muskel dem Willen eines Individuum gehorcht und sein Antagonist dem Willen eines anderen, eine zweckmässige Bewegung geradezu undenkbar ist.

Anhang.

Gefässverlauf in der dritten oberen Extremität.

Der Gefässverlauf in der dritten oberen Extremität hätte schon oben bei Betrachtung des gesammten Gefässsystems besprochen werden können, findet aber hier neben der Betrachtung der Muskeln und Nerven einen passenderen Ort.

Der Verlauf der Arterien an der dritten Extremität ist der Anlage nach wie der der Nerven zweiseitig symmetrisch. Es hat aber eine derartige Reduction stattgefunden, dass von den zwei arteriellen Stämmen, welche bei bilateraler Anordnung die Extremität versorgen müssten, nur einer und zwar der rechte ausgebildet, der andere stellenweise eingegangen ist und sich in Nebenzweigen des vorigen erhalten hat. Am Vorderarm dagegen kehrt alsbald die symmetrische Verzweigung wieder.

Die Arteria axillaris posterior, deren Ursprung schon oben angegeben wurde, schliesst sich dem rechten Plexus brachialis und weiterhin als Arteria brachialis dem rechten Nervus radialis an. Aus der Axillaris entspringt eine unpaarige Thoracica und eine paarige Subscapularis, aus der Brachialis eine kleine profunda brachii, welche den linken Nervus radialis begleitet. Die Brachialis geht gegenüber dem Ellbogengelenk unter Bildung eines Bogens in eine Arteria recurrens über, welche neben dem linken Nervus radialis zurück und der oben genannten Profunda brachii entgegenläuft (und wahrscheinlich mit derselben der Ueberrest der linken Brachialis ist). Aus dem genannten Bogen entspringt für den Vorderarm in der Mitte eine unpaarige Arteria radialis, welche in der Mitte zwischen beiden Nervi radiales superficiales am Radialrand in gerader Richtung zur Daumenseite der Hand geht, und jederseits eine Ulnaris. Die beiden Ulnares verlaufen rechts und links neben der Ulna, ganz von den Muskeln bedeckt, der Hand zu.

Ruft man sich den Arterienverlauf an dem Gesammtkörper der Missgeburt ins Gedächtniss zurück, so sieht man, dass das so eben beschriebene Verhalten der Arterien an der Extremität eine Wiederholung desselben ist. Hier wie dort hat bei symmetrischer Anlage eine secundäre Vereinfachung in der Art

stattgefunden, dass Ein Hauptstamm, der am Gesammtkörper ein linker, an der Extremität ein rechter ist, das ganze Gebiet versorgt.

Vergleicht man ferner diese Gefässanordnung mit der an einer normalen einfachen Extremität, so erhält man noch den weiteren Aufschluss, dass der arterielle Hauptstamm der abnormen Extremität, welcher oben Brachialis genannt wurde, eigentlich nicht eine Brachialis, sondern eine Profunda brachii (dextra) ist, weil sie dem Nervus radialis folgt, und dass die 2 Arterien, welche wir Ulnares genannt haben, eigentlich vergrösserte Arteriae interossae externae sind, welchen sie in ihrer Lage und ihrem Verhalten zu den Streckmuskeln entsprechen. Bei der imaginären Verschmelzung beider Extremitäten, muss man sich also vorstellen, haben die beiden Profundae brachii sich zu Arteriae brachiales ausgebildet, welche an der Ellbogenbeuge eine bogenförmige Anastomose machten, während die eigentlichen Brachiales abwärts zu Grunde gingen; es sind ferner die beiden Arteriae radiales in einen einzigen Stamm verschmolzen; die Ulnares getrennt geblieben; aber auch von letzteren ist der Hauptstamm zu Grunde gegangen und die Interossae externae haben sich zu einem solchen ausgebildet.

Der Arterienverlauf an der Hand konnte, da an dem Präparat die Arterien nur bis in die Nähe der Handwurzel sich gefüllt hatten, nicht mehr ermittelt werden.

Ueber die subcutanen Venen wurde soviel ermittelt, dass ein unpaariger Venenstamm vorhanden ist, der unten am Oberarm zwischen beiden Tricipites liegt, über dem Ellbogen durch den Zusammenfluss paariger Hautvenen entsteht und später sich mit der die Arteria begleitenden Vena brachialis vereinigt.

Der Verlauf der Nerven und Gefässe an der dritten unteren Extremität ist, soweit er verfolgt worden ist, ganz dem an der oberen analog. Es finden sich zwei Nervi ischiadici neben einer einzigen Schenkelarterie, welche eine Ischiadica ist. Von den zwei Nerven gehört der eine dem rechten, der andere dem linken Individuum an, die Arteria ischiadica kommt, wie schon oben erwähnt worden ist, aus der linken Aorta abdominalis.

Vergleichung mit einigen in der Literatur beschriebenen und abgebildeten Fällen.

Nic. Tulpius (Observationes medicae, Edit. quint. Lugd. Bat. 1716, p. 244) giebt Abbildung und kurze Beschreibung der äusseren Gestalt eines männlichen Dicephalus tribrachius tripus. (Erat autem id monstrum biceps cum tribus brachiis totidem pedibus quatuor manibus.)

Förster (Missbildungen des Menschen systematisch dargestellt, Jena 1861. Atlas Taf. VI, Fig. 5—7 und Erläuterung) giebt die Abbildung eines in der pathologischen Sammlung zu Würzburg aufbewahrten Skeletes von einem Dicephalus tribrachius tripus.

Dieses sind die beiden einzigen Fälle eines zugleich dreiarmigen und dreibeinigen Dicephalus, deren Abbildung ich bis jetzt gesehen habe und von welchen bei dem einen die Anatomie gar nicht, bei dem andern nur unvollständig gegeben ist.

Von einem dritten Fall weiss ich nur aus einem Citat bei Meckel (De duplicitate monstrosa S. 81). Es ist ein von Schützer in den Abhandl. der schwedischen Akad. Bd. 18, p. 47 beschriebener Dicephalus tribrachius tripus. Der dritte Arm hatte 4 Finger, der dritte Fuss 6 Zehen.

Zahlreicher in der Literatur zu finden sind Fälle von dreiarmigen Dicephali, welche zugleich zwei normale untere Extremitäten haben und andererseits dreibeinige Dicephali, welche zugleich vier normale obere Extremitäten haben, Dicephalus tribrachius dipus und Dicephalus tripus tetrabrachius. Diese beiden Formen, welche das gemeinschaftlich haben, dass die Axen beider verschmolzenen Individuen nach abwärts eine grössere Convergenz haben, sind häufiger als die Form, wo an der Schulter und am Becken fast derselbe Grad der Verdoppelung oder Verschmelzung sich findet und deshalb die Axen beider Individuen nahezu parallel sind. Es geht daraus hervor, dass das oben beschriebene Exemplar eines Dicephalus schon insofern, als es eine besondere und zwar sehr seltene Form der Doppelmissbildung repräsentirt, von grossem Werth ist.

Wenn wir aber von dieser Merkwürdigkeit absehen, dass

wir hier an einem und demselben Exemplar eine vollständig ausgebildete dritte obere und dritte untere Extremität haben und nur die Art und Weise der Verschmelzung zweier oberer und zweier unterer Extremitäten ins Auge fassen und diese mit den anderen Fällen theils von Dicephalus tribrachius, theils von Dicephalus tripus vergleichen, welche in der Literatur beschrieben sind, so finden wir, dass die Analyse insbesondere der dritten oberen Extremität unseres Tribachius tripus auf einen Modus der Verschmelzung zweier Extremitäten in eine einzige geführt hat, welcher sich von dem in der Mehrzahl der bis jetzt beobachteten Fälle angegebenen Modus auf das Bestimmteste unterscheidet. Dieser Modus hängt mit dem Verhalten der Knochen, Muskeln, Nerven und Gefässe der dritten Extremität zusammen, ist aber auch schon äusserlich an der Stellung und Beschaffenheit der Finger (und Zehen) zu erkennen und insofern ein für die Systematik der Doppelmissgeburten wichtiges Kennzeichen. Es lassen sich sämmtliche mit Verschmelzung der Extremitäten verbundene Doppelmissgeburten in zwei Klassen sondern. Und dem Verhalten der oberen Extremität nach gehört die Mehrzahl der bis jetzt beschriebenen vier bekannten Fälle von Dicephalus tribachius in die eine Klasse. Die andere wird durch den oben beschriebenen Fall von Dicephalus tribrachius neben sehr wenigen anderen repräsentirt.

Fälle von Dicephalus tribrachius.

Aus der Abbildung bei Tulpius (Observationes anatomicae l. c.) sieht man, dass an dem dritten Arm zehn Finger stehen, die Daumen dicht neben einander. Die Finger stehen in Einer Reihe. Die Extremitäten sind also von den radialen Rändern her verschmolzen.

Zimmer, Physiologische Untersuchungen über Missgeburten. Rudolstadt 1806. S. 22. Taf. V. Abbildung und Beschreibung des Skeletes eines Dicephalus tribrachius dipus. An dem dritten Arm sind zwei Hände mit 9 Fingern. Die Daumen stehen nach aussen. Alle Finger liegen in Einer Reihe. Ulna einfach, Radius doppelt. Die Verschmelzung hat also mit den Ulnarrändern stattgefunden.

Tiedemann, Beobachtungen über die Beschaffenheit des Gehirns und der Nerven in Missgeburten; Zeitschrift für Physiologie. III. Band, 1829. S. 17. Taf. V. VI. VII. Abbildung der äusseren Gestalt eines männlichen Dicephalus tribrachius dipus. An der dritten oberen Extremität sind zwei Hände mit 10 Fingern. Die Daumen beider Hände sind neben einander. Die Finger stehen in Einer Reihe. Verschmelzung mit den radialen Kanten.

Barkow, Monstra animalium duplicia per anatomen indagata. Tom. I. Lipsiae 1828. pag. 17. Tab. III. u. IV. Vollständige Anatomie eines Dicephalus tribrachius dipus. Abgebildet ist die äussere Gestalt und der Geschlechtsapparat, sodann Knochen, Muskeln, Gefässe und Nerven der dritten oberen Extremität. An derselben sind zwei Hände mit zehn Fingern. Die kleinen Finger stehen in der Mitte neben einander. Die Finger stehen in Einer Reihe. Radius ist doppelt, Ulna einfach. Verschmelzung mit den Ulnarrändern.

In diesen Fällen, deren Zahl sich noch vermehren liesse, hat die Verschmelzung der Arme von den Rändern aus stattgefunden. Das Kennzeichen dafür ist, dass die Finger in Einer Reihe stehen; und zwar geschah die Verschmelzung entweder von den Ulnarrändern, wie in dem Fall von Zimmer und dem von Barkow, wobei die kleinen Finger nebeneinander stehen, oder sie geschah von den Radialrändern, wie in dem Fall von Tulpius und dem von Tiedemann, wobei die Daumen neben einander stehen.

Von der selteneren Form des Dicephalus tribrachius, wobei, wie bei meinem Exemplar, die Verschmelzung nicht von den Rändern, sondern von den Flächen aus stattgefunden hat, und für welche das äussere Kennzeichen ist, dass die Finger entweder Doppelfinger sind oder in zwei Reihen stehen, von dieser Form kenne ich mit Bestimmtheit bis jetzt nur zwei Fälle, wovon der eine in der Literatur abgebildet, der andere noch unbeschrieben und anatomisch nicht untersucht in einer anatomischen Sammlung aufbewahrt ist. Diese zwei Fälle mit dem meinigen zusammenzustellen, ist deshalb interessant, weil, wenn man alle drei Fälle vergleicht, man sieht, dass jeder derselben

bei demselben Modus der Verschmelzung einen anderen Grad derselben zeigt und somit jeder von der Gattung eine besondere Art oder von der Species eine besondere Varietät repräsentirt.

Der erste von den beiden Fällen findet sich in den Ephemerides nat. cur. 1673. Decur. I. Annus III. pag. 405. Observ. 224 Joh. Sculteti de duobus monstris. Abbildung eines männlichen Dicephalus tribrachius dipus. Aus der Abbildung sieht man, dass an dem dritten Arm zwei Hände, wahrscheinlich jede mit fünf Fingern, sitzen. Die Hände kehren einander die Volarflächen zu. Der Daumen steht dem Daumen, der Zeigefinger dem Zeigefinger, der Mittelfinger dem Mittelfinger gegenüber. Die Finger stehen hier also deutlich in zwei Reihen; es hat keine Verschmelzung der Finger stattgefunden und es sind keine Doppelfinger vorhanden.

Der zweite Fall, welchen ich im Original gesehen habe, ist in der anatomischen Sammlung zu Tübingen aufbewahrt. Ebenfalls ein Dicephalus tribrachius dipus, die dritte Extremität gleicht sehr der an meinem Exemplar. Die Hände sind verschmolzen; die Doppelhand trägt sechs Figer. Die Finger zerfallen in Doppelfinger und einfache Finger. Doppelfinger (d. h. solche, die deutlich aus der Verschmelzung von zweien hervorgegangen sind) sind es zwei, einfache vier. Von den zwei Doppelfingern ist einer deutlich mit zwei gegenüberstehenden Nägeln versehen. Die einfachen Finger stehen in zwei Reihen, wovon eine jede aus zwei Fingern besteht. Es ist nur Ein Daumen vorhanden und derselbe gehört zu den einfachen Fingern. Dieser Fall zeigt also einen höheren Grad der Verschmelzung als der vorige, dagegen ist die Verschmelzung eine geringere, verglichen mit meinem Fall, wobei gar keine einfachen Finger vorhanden sind, sondern die Verschmelzung sich auf alle vorhandenen Finger ausgedehnt hat.

Was den Modus der Verschmelzung mit den Volarflächen überhaupt betrifft, so wäre es ferner möglich, dass er in dem von Förster (l. c.) abgebildeten Fall eines Dicephalus tribrachius tripus an der oberen Extremität stattfände. Aus der Betrachtung der Skeletabbildung und vielleicht auch des Skeletes allein lässt sich dieses nicht entscheiden. Vermuthen lässt es

sich aber, weil in diesem Fall wie in dem hiesigen und zum Unterschiede von den anderen die beiden Vorderarmknochen einfach sind. Jedenfalls geht aus dem Gesagten soviel hervor, dass der beschriebene Modus auch sonst vorkommen mag, nur bis jetzt nicht beachtet worden ist.

Was die Ausbildung einer dritten unteren Extremität bei Dicephalus tripus betrifft, so kommen hier dieselben beiden Modi vor, in Bezug auf die Häufigkeit aber scheint die Verschmelzung einer anderen Regel zu folgen. Es scheint nämlich die Verschmelzung der Füsse mit den Plantarflächen das häufige, dagegen die Verschmelzung mit den Rändern das seltene zu sein. Aus diesem Grunde ist an dem hiesigen Tribrachius tripus die dritte untere Extremität weniger interessant als die dritte obere.

Unter den mir bekannten Fällen von Dicephalus tripus stehen nur in dem oben citirten Fall von Tulpius (Dicephalus tribrachius tripus) und vielleicht noch in einem zweiten Fall von Dicephalus tetrabrachius tripus, der in den Ephem. nat. cur. 1673. Dec. I. Ann. III. Obs. 299 von Vollgnad abgebildet ist, die Zehen an dem dritten Fuss in Einer Reihe[1]). In allen anderen Fällen stehen sie, wie auch in dem hiesigen oben beschriebenen Fall in zwei Reihen und meistens sind darunter einige Doppelzehen.

Hierher gehört von den Fällen, welche ich abgebildet gesehen habe:

Ein von Büttner beschriebener und abgebildeter Fall eines weiblichen Dicephalus tripus tetrabrachius (Anatomische

1) Und zwar sind in dem ersten der beiden Fälle zehn Zehen vorhanden. Die Lage der grossen Zehen ist aus der Abbildung nicht mit Bestimmtheit zu ersehen. In dem zweiten Vollgnad'schen Fall sind der Beschreibung nach 8, der Abbildung nach 9 Zehen vorhanden. Die Zehe in der Mitte, welche einer grossen Zehe zu entsprechen scheint, steht etwas ausserhalb der Reihe dem Fussrücken zu. Sie ist auf der Abbildung deutlich mit nur einem Nagel gezeichnet und alle übrigen Zehen liegen ganz in Einer Reihe. Es scheint deshalb hier Verschmelzung der Füsse mit den Tibialrändern stattgefunden zu haben.

Anmerkungen. Königsberg u. Leipzig, 1752. S. 29 und Anatomische Wahrnehmungen. Königsberg u. Leipzig 1769. S. 60) „An dem Fuss zählt man anstatt fünf acht von einander gesonderte Zehen, davon sechs in einer Linie und noch zwei unter diesen sitzen."

Ein von Sandifort (Museum anatomicum acad. Lugd. Bat. 1793. Vol. II. Tab. 116. 117.) der äusseren Gestalt nach abgebildeter äthiopischer Dicephalus tetrabrachius tripus. Am dritten Fuss sind sieben Zehen in zwei Reihen; in der einen stehen fünf, in der anderen zwei Zehen.

Ein in den gedruckten Protokollen des Vereins oberpfälzischer Aerzte zu Regensburg abgebildeter und wahrscheinlich beschriebener Fall eines den 21. Januar 1838 geborenen männlichen Dicephalus tetrabrachius tripus. Ich besitze davon nur die auf zwei Tafeln befindliche Abbildung, Autor und Jahreszahl der Publication ist mir nicht bekannt. An dem Fuss sitzen neun Zehen in zwei regelmässigen Reihen, in der einen vier, in der anderen fünf. Die beiden grossen Zehen sind unvollständig zu einer Doppelzehe verschmolzen.

Ein von Förster (Atlas der Missbildungen, Taf. I. Fig. 14) abgebildetes Exemplar von Dicephalus tetrabrachius tripus (Präparat der Würzburger Sammlung). Am Fuss stehen die Zehen in doppelter Reihe, hinten 4, vorn 2. Ausserdem geht am Tarsus eine grosse lange Zehe isolirt ab.

Endlich gehört hierher noch der von Walter vollständig untersuchte und beschriebene Fall eines Dicephalus tetrabrachius tripus (Observationes anatomicae. Berolini 1775. Cap. I.). De monstro bicorpori, duobus capitibus quatuor brachiis, tribus pedibus pectore pelvique concreto. An dem dritten Fuss sind sieben Zehen, worunter eine Doppelzehe, und welche gleichfalls zweireihig angeordnet gewesen zu sein scheinen.

Was das Verhalten des Gefässsytems, nämlich die Vereinigung beider arteriellen Systeme durch grosse Anastomosen betrifft, so ist dieses wahrscheinlich bei derartigen Doppelmissbildungen nichts Seltenes. Ich kenne aber nur zwei Fälle, wo bei Dicephalus ein analoges Verhalten nachgewiesen ist. Der eine ist der so eben angeführte Walter'sche Fall, der andere

ist ein von Serres (Récherches d'anatomie transcendante et pathologique. Memoires de l'institut. Tome XI. 1832) unter dem Namen Hepatodyme complexe beschriebene und abgebildete männliche Dicephalus tetrabrachius tripus. In beiden Fällen fehlte die Verwachsung der Herzen, das eine Herz war etwa doppelt so gross als das andere, was auf eine überwiegende Betheiligung des einen an der Arbeit des Kreislaufes hindeutet. In dem Walter'schen Fall lässt sich aus der Abbildung und Beschreibung nicht mit Sicherheit bestimmen, durch welche Arterien die Verbindung beider Aortae abdominales hergestellt wird. Wahrscheinlich waren es, wie auch Barkow (Monstra anim. duplicia. Tom. II. pag. 129) annimmt, die Arteriae mesentericae inferiores; bei Förster (Atlas) findet sich die Angabe, es seien die Arteriae iliacae communes. In dem Serres'schen Fall wird die Hauptanastomose beider Aortae zweifellos durch die in einander übergehenden Arteriae iliacae communes gemacht. Eine vollständige Verschliessung der einen Aorta findet sich in keinem von diesen Fällen. Wenn die Zeichnung auf Taf. XIX. bei Serres genau ist, so fand sich am Anfang der linken Aorta descendens eine Verengerung. Dies würde darauf hindeuten, dass der Blutstrom nicht, wie der Autor annimmt, in der linken Aorta hinab und in der rechten hinauf, sondern umgekehrt in der rechten abwärts, in der linken aufwärts ging, was zugleich mit der überwiegenden Grösse des Herzens des rechten Individuums übereinstimmen würde.

Ein Beispiel dafür, dass bei ähnlichen Doppelmissbildungen auch zwei selbstständige arterielle Systeme vorkommen, liefert der von Meckel (De duplicitate monstrosa. Halae et Berolini 1815, pag. 76.) beschriebene und auf 8 Tafeln abgebildete Fall eines weiblichen Dicephalus tribrachius mit unvollständig ausgebildeter dritter Extremität. In demselben fand sich nur eine unbedeutende Anastomose beider Arteriae mesentericae superiores, welche auf die Gestaltung des Gesammtkreislaufs keinen Einfluss haben konnte. Dieser Fall ist ausserdem insofern zu vergleichen, als sich dabei ganz dieselbe Form des Doppelher-

zens fand wie in dem meinigen. Es sind die Vorhofherzen verschmolzen, die Ventrikelherzen gesondert.

In Bezug auf den Verdauungs-, Harn- und Geschlechtsapparat wäre der eben genannte Meckel'sche Fall, sodann der von Walter, Serres und Barkow zu vergleichen.

Was die Muskeln betrifft, so verhalten sich auf den Meckel'schen Tafeln die Muskeln der hinteren Halshälften und die Muskeln, welche vom Rumpf an die dritte obere Extremität gehen, fast ganz wie an dem von mir beschriebenen Dicephalus. Die des Ober- und Vorderarms lassen keine Vergleichung zu, weil in dem Meckel'schen Fall Ober- und Vorderarm nicht ausgebildet sind. Ebenso sind an dem Barkow'schen Dicephalus tribrachius die Muskeln, welche von dem Rumpf an die dritte obere Extremität gehen, ganz mit den entsprechenden Muskeln an dem meinigen übereinstimmend. Die Muskeln des Ober- und Unterarmes aber sind entsprechend dem abweichenden Modus der Verschmelzung verschieden, und es ist mir kein Fall bekannt, dass in der Literatur eine der oben beschriebenen ähnliche Anordnung der Ober- und Vorderarmmuskeln aufgezeichnet wäre.

Geburtsgeschichte.

Die Missgeburt wurde am 27. September 1866 von einer Bäuerin in Eschenbach bei Hersbruck (Mittelfranken) geboren. Die Frau hatte während des grössten Theils ihrer Schwangerschaft grosse Schmerzen und Beschwerden und konnte sich wegen der beträchtlichen Ausdehnung ihres Leibes nicht bücken. Die Bewegungen der Frucht will sie noch gespürt haben, als bereits der Arzt behufs der künstlichen Entbindung in ihre Wohnung eingetreten war. Die Frucht befand sich in der Steisslage. Der dritte kleinere Fuss war nach vorn zu fühlen, die zwei anderen Füsse nach hinten hinaufgeschlagen. Die Diagnose einer Missbildung war sofort möglich. Die Entbindung erfolgte unter Lösung von beiden Füssen nach einander mit ziemlicher Gewalt und unter grossen Schmerzen der Frau, sonst nach den allgemeinen Regeln. Es war eine sehr grosse leicht lösbare Placenta vorhanden. Die Frau, welche sich bereits am

Tage darauf wohl befand und bald wieder ausging, hatte nicht einmal den geringsten Riss am Damm. Am schwierigsten war die Durchleitung des obersten Theils vom Rumpfe; die Köpfe kamen wider Erwarten leicht.

Dies der ärztliche Bericht, welchen Hr. Prof. Jenker die Güte hatte mir mitzutheilen. Die Missbildung wurde schon am 28. September von Hrn. Dr. Wegen in Hersbruck an Hrn. Prof. Jenker dahier überschickt und von diesem an die anatomische Sammlung abgegeben.

Wünschenswerth wäre noch gewesen zu erfahren, ob die Frucht nach oder bei der Geburt noch gelebt oder Lebenszeichen gegeben hat, und in Betreff der Mutter, ob sie früher geboren hat und wie sich diese Geburten verhalten haben. In dem ärztlichen Bericht steht hierüber Nichts.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Die Doppelmissgeburt von hinten gesehen. $\frac{1}{4}$.

Fig. 2.

Die Doppelmissgeburt von hinten gesehen, mit präparirten Muskeln, Nerven und Blutgefässen. Der dritte Arm ist erhoben und wird von dem Ulnarrand gesehen. $\frac{2}{5}$.

Fig. 3.

Die Doppelmissgeburt von oben gesehen. Muskeln, Nerven und Gefässe der hinteren Halshälften und des hinteren Armes. Letzterer ist horizontal ausgestreckt und wird von der radialen Kante her gesehen. Die Musculi supinatores radii longi sind so weit aus einander gezogen, dass man Nerven- und Gefässverlauf sehen kann. Natürliche Grösse.

Fig. 4.

Muskeln der dritten oberen Extremität in ihrer natürlichen Lage. Der Arm ist gesenkt und wird wie in Fig. 3 von der radialen Kante her gesehen. Natürliche Grösse.

Fig. 5.

Der präparirte dritte Arm von der (rechten) Fläche her gesehen. Natürliche Grösse.

Erklärung der Bezeichnungen.

Aeussere Theile.

R rechtes, *L* linkes Individuum.
M After, *N* vordere Geschlechtsöffnung.
O Hautläppchen, welches die hintere Geschlechtsöffnung verdeckt.

Skelettheile.

I Claviculae anteriores.
II Sternum anterius.
III Clavicula posterior (intermedia).
IV Knorpelstück, einem Manubrium sterni posterioris entsprechend.
V Sternum posterius.
VI Scapulae posteriores.
VII Spina,
VIII Acromion derselben.
IX Humerus des dritten Armes,
X Ulna desselben.
XI Untere Hüftbeine.
XII Knochenstück, Rudiment eines zweiten Caput femoris.

Muskeln des vorderen Körperabschnittes der Missgeburt.

1 Sternocleidomastoidei.
2 Sterno-hyoidei und -thyreoidei des hinteren Körperabschnittes.
3 Sternocleidomastoidei.
4 Sternohyoidei.
5 Sternothyreoidei.
6 Omohyoidei.
7 Cucullares.
8 Deltoidei.
9 Latissimi dorsi.
10 Teretes majores.
11 Infraspinati.
12 Teretes minores.
13 Tricipites brachii (zweiköpfig).
14 Caput longum,
15 Caput internum derselben.
16 Supinatores radii longi (zweiköpfig).
17 Normaler Ursprung,
18 Abnormer Ursprung derselben. Rudiment der Bicipites.
19 Brachiales interni.
20 Extensores carpi radiales longi.
21 Extensor carpi radialis brevis dexter.
22 Extensor digitorum communis dexter,
α Sehne für den fehlenden Zeigefinger,
β Sehne für den Mittelfinger,
γ Sehne für den fehlenden Ringfinger,
δ Sehne für den kleinen Finger.

23 Extensor digiti minimi proprius dexter.
24 Extensores carpi ulnares.
25 Abductores longi und Extensores brevis pollicis.
26 Extensor pollicis longus dexter.
27 Extensor indicis proprius dexter.
28 Serrati magni.
29 Obliqui externi abdominis.
30 Recti abdominis.
31 Glutaei maximi.
32 Glutaei medii.
33 Zwei Muskeln, von denen jeder einem mit dem Sartorius verschmolzenen Tensor fasciae latae zu entsprechen scheint.
34 Ein Muskel, der den verschmolzenen Recti femoris zu entsprechen scheint.
35 Ligamentum annulare carpi.

Blutgefässe des hinteren Körperabschnittes.

Arteriae.

A Carotides communes.
B Axillaris (unpaarig).
C Thoracica (unpaarig).
D Subscapularis sinistra (Fig. 2: die gegenüber entspringende Dextra ist durch den Nervenstamm bedeckt).
E Circumflexa humeri dextra (Fig. 5).
F Brachialis.
G Profunda brachii.
H Recurrens brachialis.
I Radialis (unpaarig).
K Ulnares (Interossae externae).
P Muskelzweige.
Q Ischiadica.

Venae.

S Jugulares communes.
T Faciales communes.
U Axillaris.
V Unpaariger Hautvenenstamm des dritten Armes.

Nerven.

a Nervenstämme den beiden Plexus brachiales in der Achselhöhle entsprechend.
b Nervus axillaris dexter.
c Nervi ulnares.
d Nervi radiales.
e Rami superficiales,
f Rami profundi derselben.
g Nervi ischiadici.

Einige Bemerkungen über die sogenannten Becherzellen.

Von

Prosector Dr. Hermann Oeffinger in Freiburg.

(Hierzu Taf. X.B.)

Das neueste Heft des „Archiv's für mikroskopische Anatomie" von Prof. Max Schultze, welches ich vor einigen Tagen in die Hände bekam, bringt einen grösseren Aufsatz von Franz Eilhard Schulze über „Epithel- und Drüsenzellen", in welchem der Verfasser den sogenannten „Becherzellen" eine ausführliche Darstellung widmet, nebst einer Reihe leider durchgehend sehr schematisch gehaltener Zeichnungen. Er beschreibt unter Anderem das Vorkommen dieser eigenthümlichen Gebilde in dem Epithellager der Zunge bei Fröschen und Tritonen, während es ihm nicht gelingen wollte, dieselben bei Vögeln und Säugethieren nachzuweisen.

Dieser Befund nun ist kein ganz neuer; ich habe das Vorkommen der Becherzellen in dem Epithelium der Froschzunge schon lange gekannt und bin darauf bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Endigung der Nerven in den Papillen zuerst aufmerksam geworden. Ich habe auch hierüber geraume Zeit vor dem Erscheinen der F. E. Schulze'schen Arbeit an Hrn. Professor Reichert und Dr. Dönitz Mittheilungen gemacht.

Obwohl ich nun durchaus nicht gewillt bin, einer so unbedeutenden Beobachtung wegen, welche Jeder sofort an einer

beliebigen Froschzunge constatiren kann und bei welcher Nichts wunderbar erscheint, als dass man sie so lange nicht gemacht hat, mich in irgend welchen Disput wegen der Priorität der Entdeckung einzulassen, so möchte ich mir doch erlauben, einiges Licht auf die so räthselhaften Gebilde, wie die Becherzellen es immer noch sind, zu werfen.

Bekanntlich nimmt man im Allgemeinen an, dass zuerst F. Leydig[1]) unter dem Namen „Schleimzellen" die nunmehr allgemein als „Becherzellen" bekannten Gebilde in der Haut einiger Fische gesehen habe. Und in der That spricht Vieles dafür, dass bei aller Mannigfaltigkeit der Formen doch die „Becherzellen des Darmes" und die „Schleimzellen der Fischhaut „gleichwerthige Gebilde seien, wie dies auch Kölliker[2]) vermuthet. Und ich stehe keinen Augenblick an, nicht allein diese beiden Arten, sondern auch die von mir und F. E. Schulze[3]) auf der Zunge von Fröschen und Tritonen, sowie die von F. E. Schulze auf der Schleimhaut des Magens (Eingang der Drüsen), des Dickdarms und der Respirationsorgane lungenathmender Thiere gefundenen Becherzellen für neue verschiedene Formen eines und desselben Gebildes zu erklären.

Es kann mir nicht im Entferntesten in den Sinn kommen, nach der eingehenden Darstellung des genannten Forschers, welche den Thatbestand mit vorzüglicher Genauigkeit wiedergiebt, noch weitläufig über die Form und feinere Structur der Becherzellen handeln zu wollen. Meine Beobachtungen führten im Grossen und Ganzen zu denselben thatsächlichen Ergebnissen, welche F. E. Schulze erhielt.

Ich erkenne ebenfalls in den Becherzellen eigentliche Zellen

---

1) F. Leydig, „Ueber die Haut einiger Süsswasserfische". Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. III. 2.

2) Kölliker, Handb. der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. 1867. S. 53.

3) F. E. Schulze, Archiv f. mikroskop. Anatomie, 1867. Bd. III. Heft 2. pag. 176. 189. 191 u. s. w.

mit Membran, Inhalt und Kern, den ich nur selten vermisse; ich halte auch, wenn man überhaupt für den obersten Zelltheil im Gegensatz zu dem „Fuss“ einen besonderen Namen haben will, den von dem erwähnten Autor vorgeschlagenen „Theca“ für ganz passend, weil sie der ursprünglichen Vorstellung eines Bechers entnommen ist. Leicht zu constatiren ist weiter, dass die Zellen bald geschlossen, bald offen sind. Ich kann aber nicht zugeben, dass diese Oeffnung immer rund und scharf begrenzt ist, ich sehe sie öfter unregelmässig, schlitz- oder spaltförmig, wie gerissen. Ob gewissen Stellen der Fischoberhaut „characteristische“ Formen zukommen, kann ich nicht entscheiden; an dem von mir untersuchten Objecte, der Zunge von Rana esculenta und Triton cristatus Linné, finden sich alle denkbaren Formen, von der einfachen Kugel- bis zur Sanduhrform, wenn ich auch zugeben muss, dass die cylindrischen und länglich birnförmigen gegen die mehr breiten Gestalten zurücktreten. — Der Kern liegt immer in der Nähe des spitzen Endes, beziehungsweise in diesem selbst und ist häufig genug selbst auf Flächenansichten mehr weniger deutlich in der Tiefe zu erkennen, wie schon für die Vacuolen des Dünndarms von Dönitz[1]) hervorgehoben wurde. Lange, fein ausgezogene Spitzen an den Endstücken, wie sie F. E. Schulze für die Oberhaut der Fische beschreibt, finden sich an der Froschzunge nicht; die auf den tieferen Schichten aufsitzenden Enden der Zellen laufen vielmehr alle in ein mehr weniger abgerundetes, stumpfes selbst plattgedrücktes Ende aus.

Von den angegebenen Formen nun haben so gut wie alle langgestreckten Zellen an dem der Schleimhautoberfläche zugekehrten Ende eine Oeffnung, was sich aus dem Folgenden sehr einfach erklären wird. Manche derselben sind anscheinend ohne Oeffnung; eine genauere Untersuchung liefert indess leicht den Nachweis, dass nur das spätere Zusammenkleben der Rissränder täuscht und intakte Zellen vorspiegelt.

Wenn man überhaupt von Protoplasma reden will, so kann

---

1) Dönitz, Ueber die Darmzotten. Arch. f. Anatomie u. Physiologie von Reichert und du Bois-Reymond. 1866. pag. 761.

man nur den am spitzen Ende angehäuften Zellinhalt nebst Kern darunter verstehen, welchen ich immer deutlich von einer soliden äusseren Schichte (Membran?) bekleidet sehe, die sich ohne Unterbrechung in die Theca fortsetzt — die Zellenmembran proprie sic dicta. Diese Zelleninhaltsmasse oder Protoplasma ist im Becherfusse dichter, dunkler, zäher und gröber körnig, als der Inhalt der Theca, welcher sich im Allgemeinen als eine lichtere, feingranulirte und offenbar ziemlich wässerige Flüssigkeit präsentirt. Ersteres geht entweder verschwommen in den oberen Theil des Zellinhaltes über, oder es setzt sich schärfer begrenzt gegen diesen ab. Die Grenzlinie ist bald nach oben convex, bald concav, bald ganz unregelmässig. Die absolute Grösse der Becherzellen ist äusserst verschieden; jedoch überschreitet sie in der Froschzunge eine gewisse Grenze nach oben und unten nicht. Wenigstens finde ich alle mit Oeffnungen versehenen Formen, welche ich aus sogleich näher zu erörternden Gründen für die ältesten halte, annähernd von derselben Grösse. Das Minimum liegt niemals unter der Grösse der umgebenden Epithelzellen, das Maximum scheint $^1/_3$ — $^1/_2$ über dieser, seltener noch mehr zu erreichen.

Was nun schliesslich die Genese anlangt, so stimme ich F. E. Schulze vollkommen bei, wenn derselbe annimmt, dass „in der äussersten Lage einzelne Becherzellen aus gewöhnlichen Epithelzellen entstehen, durch Auftreibung des oberen Theiles zu einer Theca und allmähliches Entstehen einer einfachen rundlichen Oeffnung durch Schwinden des verdickten porösen Randsaumes.“ Ich möchte nur den für „einzelne“ angenommenen Entstehungsmodus für alle in Anspruch nehmen und namentlich auch auf die Becherzellen der Froschzunge ausgedehnt wissen. Die Gründe für diese Umwandlung weiss ich ebenso wenig anzugeben, nur so viel scheint mir ausgemacht, dass es hauptsächlich eine Vermehrung der wässerigen Bestandtheile des Zellinhaltes ist, welche die eigenthümliche Gestaltveränderung bedingt. Dafür spricht vor Allem die grössere Durchsichtigkeit des Thecainhaltes. Eine Unterscheidung zwischen diesem und dem eigentlichen Protoplasma (Zellinhalt des unteren Theiles) zu machen, scheint mir vollkommen ungerecht-

fertigt, da ich, wie schon oben bemerkt, öfter beide ohne Grenze in einander übergehen sehe und mir die Ansammlung der dichteren körnigen Massen um den Kern im unteren Zelltheile auch eine einfachere Erklärung zuzulassen scheint. Ich halte demgemäss beide Inhaltsmassen für dieselben Qualitäten mit nur quantitativen Unterschieden. — Ebenso wenig möchte ich F. E. Schulze's Schluss, „dass eine specifische Verschiedenheit zwischen den Becherzellen einerseits und den gewöhnlichen Stachel- und Riffzellen andererseits besteht und schon vor der Ausbildung der Theca bestand" so unbedingt annehmen. Im Gegentheil scheint mir aus dem von dem genannten Autor urgirten Umstande, dass die Anfangsstadien der Becherzellen von gewöhnlichen Epithelien (Riff- und Stachelzellen) sich kaum unterscheiden, ganz unzweideutig hervorzugehen, dass ursprünglich beide identisch sind. — Und darin möchte ich gerade den Schwerpunkt dieser Mittheilung gelegt wissen, deren wesentlicher Inhalt sich in den Worten zusammenfassen lässt: „Die Becherzellen sind nichts Anderes, als veränderte Epithelzellen."

Zunächst ist jedenfalls für alle Arten derselben sicher, mögen sie nun vorkommen, wo immer sie wollen, dass sie keine Resorptionsorgane sind, wie Letzerich[1]) aus den Ergebnissen seiner Fütterungsversuche für die des Dünndarms annehmen zu müssen glaubte. Darüber scheinen die neuesten Bearbeiter dieses Gegenstandes alle einig, soweit sie auch in ihren Ansichten über die eigentliche Bedeutung auseinandergehen. So hält Dönitz[2]), wie ich, dafür, dass man es nur mit umgewandelten Epithelzellen zu thun habe, während sich in einer kurzen Notiz des Stud. Th. Eimer[3]) die Anschauung vertreten findet, es seien diese Gebilde für „secretorische Apparate"

---

1) Letzerich, Virchow's Archiv f. pathol. Anat. Bd. XXXVII. pag. 232.

2) Dönitz, dieses Archiv, 1864. Ueber die Schleimhaut des Darmkanals, und an demselben Orte, 1866. pag. 760.

3) Th. Eimer, Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie, 1867, Bd. 38. Heft 3, S. 428

zu halten, welche in ganz besonderer Beziehung zu den Schleimkörperchen des Darmkanals im normalen, den Eiterkörperchen im pathologischen Zustande stehen. Bei der Zunge nun kann meines Erachtens an und für sich nicht füglich von resorbirenden Apparaten die Rede sein.

Man darf es mit vollem Recht einigermassen befremdend finden, dass so widersprechende Ansichten aufgestellt werden konnten, da doch offenbar schon dem ursprünglichen Entdecker F. Leydig[1]) die richtige Deutung vorschwebte, wenn er von Zellen spricht, welche platzen und so den Schleim bilden, der die Oberhaut glatt und schlüpferig erhält. In seinem neuesten Werke freilich scheint Leydig[2]) eher geneigt, diese Gebilde den secretorischen Apparaten anzureihen, wenigstens urgirt er einen früher mehr beiläufig gemachten Vergleich mit einzelligen Drüsen viel mehr. In diesem Sinne beschreibt auch F. E. Schulze[3]) das Hervorquellen einer schleimartigen Masse aus den Becherzellen, welches er direkt beobachtet und genau beschrieben hat, und betrachtet dieselben schlechthin als einzellige Drüsen, wie dieses schon längst von Kölliker[4]) für Lepidosiren annectens geschah. Bemerkenswerth ist jedenfalls auch die Angabe von Henle[5]), der diese Gebilde zuerst auf der Darmschleimhaut beschreibt und dem wir den Namen verdanken, welcher die Möglichkeit, dass nur „umgewandelte Epithelcylinder“ vorliegen, bestehen lässt.

Was nun speciell die Becherzellen des harten Gaumens und der Zunge anlangt, so hoffe ich durch meine Beobachtungen eine Lücke ausfüllen zu können, welche alle früheren offen liessen, indem ich den Schritt um Schritt zu verfolgenden Uebergang von normalen Epithelzellen in alle möglichen Formen von Becherzellen nachweisen kann.

---

1) Leydig, a. a. O. und Handbuch d. Histologie des Menschen u. s. w. pag. 310.

2) Leydig, Handb. d. vergleich. Anatomie, 1864. I.

3) A. a. O. S. 151.

4) Kölliker, Würzburger naturw. Zeitschr. I. pag. 12.

5) Henle, Handb. d. Anat. d. Menschen. Bd. II. pag. 164.

Bekanntlich ist die Epitheldecke der Mundhöhle bei Amphibien wenig geschichtet, an einzelnen Stellen sogar (Papillen der Froschzunge) einschichtig. Das Epithel ist im Allgemeinen ein Flimmerepithel mit dazwischen stehenden, gewissen Stellen eigenthümlichen, flimmerlosen Zellen und stäbchenförmigen Körperchen (Geschmacksorgane, Axel Key[1]). Ausserdem beschreibt F. E. Schulze[2]) für Frösche und Tritonen

„noch an sehr verschiedenen, im Uebrigen durch Nichts besonders charakterisirten Gegenden zwischen den gewöhnlichen Flimmerzellen Gruppen von anderen flimmerlosen Zellen, welche sich durch eine eigenthümliche, dicke, hyaline und stark lichtbrechende Grenzschicht auszeichnen. Diese deckelartigen, völlig structurlosen Säume grenzen sich scharf gegen den körnigen Inhalt ihrer die bindegewebige Grundlage oft nicht erreichenden Zellen ab. Häufig zeigen sie auch eigenthümliche papillen- oder zottenartige nach Aussen vorragende Erhöhungen oder Auswüchse, die selbst durch Einschnürung ihrer Basis kolbenähnliche Form annehmen können".

Derlei Bildungen sind aber jedenfalls ziemlich selten und möchte ich mir über ihre Bedeutung vorläufig noch kein Urtheil erlauben.

Die eigentlichen Becherzellen schildert derselbe ganz getreu als ansehnliche, beim Frosch „bauchig tonnenförmige", bei Tritonen mehr „schlauchförmige" längliche Zellen, die einerseits auf dem bindegewebigen Substrat aufsitzen, andererseits mit einer rundlichen, oft durch hervorragende Fetzen einer schleimigen Masse ausgezeichneten Oeffnung nach dem Lumen des Darms, beziehungsweise der Zungenoberfläche zu gerichtet sind. Nebenbei finden sich auch reichliche Zellen von cylindrischer, oblonger, eingeschnürter („sanduhrförmiger") Gestalt. Eine Membran ist an allen deutlich und ohne weitere Hülfsmittel nachzuweisen und überkleidet dieselbe fortlaufend den oberen hellen Inhalt („Theca") und die untere, um den Kern gelagerte, krümliche Masse („Protoplasma"). An isolir-

---

1) Axel Key, dieses Archiv, 1861.

2) A. a. O. pag. 171.

ten Becherzellen freilich sieht man oft, wie F. E. Schulze ganz vortrefflich beobachtet hat, Formen, bei denen diese Protoplasmamase anscheinend, häufig sogar unzweideutig nackt zu Tage tritt, meines Dafürhaltens dadurch, dass sie beim Isoliren der Zelle aus dem unteren, doch jedenfalls alterirten, Ende ausgetreten ist. Dass auch in diesem Falle das untere (periphere) Ende eine stumpfspitze Gestalt annimmt, beweist Nichts gegen meine Anschauung und findet in der eigenthümlichen, zähflüssigen Constitution des Zellinhaltes eine hinlängliche Begründung. Die gegenüberstehende Oeffnung ist in den meisten Fällen scharf umschrieben, wie mit einem Locheisen ausgeschlagen, obwohl auch hin und wieder Zellen vorkommen mit gerissener schlitz- oder spaltförmiger Mündung. Hierher sind ferner auch diejenigen seltenen Fälle zu stellen, in denen überhaupt keine Oeffnung zu beobachten ist, weil sich die Ränder nach der Entleerung des Inhaltes an einander gelegt haben, vielleicht sogar mit einander verklebt sind.

Von Zellinhalt ist oft (in geöffneten Zellen) kaum eine Spur nachzuweisen, ausser einer gewissen Anhäufung leicht granulirter, oder gröber körniger Elemente an dem auf dem bindegewebigen Grunde wurzelnden Ende, in welcher nur eine verschiedene Brechung des Lichtes die Anwesenheit eines Kernes wahrscheinlich macht.

Die Gruppirung dieser eigenthümlichen Gebilde ist eine ganz regellose. Manchmal stehen sie zu mehreren neben einander, manchmal fehlen sie auf grösseren Strecken. Zwischen ihnen sowohl, d. h. wo mehrere neben einander gestellt sind, als auch zwischen den anderen Epithelzellen steigen Körnerfäden senkrecht in die Höhe, ganz ähnlich denjenigen, welche man in der neuesten Zeit in der Hornhaut als Nerven des subepithelialen Stratums und der Epithelien selbst in Anspruch nimmt (Hoyer, Kölliker, Cohnheim). Ueber diesen Befund werde ich an einem anderen Orte, wenn die Untersuchungen zum Abschluss gediehen sind, weiter handeln.

Die Gründe nun, welche mich nöthigen, die Becherzellen der Zunge für umgewandelte Epithelzellen zu erklären, fasse ich im Folgenden zusammen und stütze mich dabei auf die an-

geschlossenen, durchaus naturgetreuen Abbildungen, welche sämmtlich bei einer Vergrösserung von ca. 600 gezeichnet sind.

1) Es ist längst bekannt und auch seiner Zeit schon Leydig aufgefallen, dass die äussere Form der Becherzellen sich in gewissem Masse der Umgebung adaptirt. Leydig[1]) sagt in Beziehung auf den Darm der Fische, Reptilien, Vögel und Säugethiere, sowie die Oberhaut der Fische:

„Ich glaube annehmen zu dürfen, dass wir in diesen kolbigen Zellen das Analogon der Schleimzellen vor uns haben. Die beiden Zellenarten scheinen nur in der Form verschieden und diese wieder abhängig zu sein von der Species des Epithels, in welche sie eingestreut sind.“

Für Drüsen scheint mir nun eine solche Adaption an die Umgebung wenig wahrscheinlich; sie ist jedoch leicht verständlich und sogar nothwendig, wenn wir annehmen, dass die Becherzellen ursprünglich nichts Anderes sind, als die Epithelien, in deren Mitte sie stehen.

2) Becherzellen finden sich immer nur in den obersten Lagen geschichteter Epithelien. Die untersten zeigen überall — ich spreche hier hauptsächlich von der Froschzunge — diejenigen Formen, welche intaktem Epithel zukommen. Nun wird es wohl erlaubt sein, im Allgemeinen für alle geschichteten Epithelien anzunehmen, dass gerade diese obersten Zellenlagen die ältesten sind und es bedarf wohl auch der Gedanke, dass so zarte Zellen, wie die Epithelien nun einmal sind, nur für eine gewisse, vielleicht sehr kurze, Zeit functioniren können, kaum einer weiteren Begründung. Für gewisse Drüsenepithelien ist das direkt bewiesen und auch für das Zungenepithel liefert die tägliche Erfahrung den Beweis, dass es einem raschen Wechsel unterliegt. Die Bedingungen, unter welchen sich diese Umwandlung vollzieht, sind offenbar Aenderungen des procentigen Wassergehaltes, vielleicht auch der chemischen Constitution des Zellinhaltes, möglicherweise eine sich einstellende, grössere Permeabilität der Membran und

1) Leydig, Handb. d. Histologie. pag. 310.

in Folge dessen endosmotische Prozesse, welche eine reichliche Wasseransammlung im Zellinhalt veranlassen. Möglicherweise findet diese gesteigerte Wasseranziehung ihren Grund in einer Anhäufung excrementieller Stoffe im Innern der Zelle, die ihrerseits vielleicht eine Form des Absterbens bildet. Anders kann ich mir die grössere Durchsichtigkeit des Thecainhalts nicht erklären. Die Formen, unter welchen diese Ausscheidung einzelner Zellen vor sich geht, sind sehr mannigfache, und in der That liefert jedes Präparat die buntesten Bilder. Ein Blick auf die beigegebenen Abbildungen reicht zur Constatirung dieses Factums hin. Vor F. E. Schulze haben offenbar alle Beobachter sich von demselben Gedanken leiten lassen; es müssten sonst die so auffälligen Verhältnisse schon lange beachtet worden sein.

3) Es lassen sich alle möglichen Uebergangsformen zwischen normalem Epithel und exquisiten Becherzellen beobachten und man ist oft nicht in der Lage, eine definitive Entscheidung für das Eine oder Andere zu geben.

4) Schon Dönitz[1]) giebt an, dass durch gewisse Reagentien, namentlich phosphorsaures Natron in Lösungen von 3—6pCt., die meisten Darmepithelzellen in der Art verändert werden, dass sie Becherzellen gleichen. Ich kann hinzufügen, dass auch andere verdünnte Salzlösungen, z. B. Kochsalz und saures chromsaures Kali dieselbe Wirkung haben, wie mir dieses an Zungen von Triton cristatus deutlich geworden ist. Dieser Umstand scheint mir namentlich von Gewicht zu sein und verdient bei ferneren Untersuchungen alle Aufmerksamkeit.

Nachtrag.

Hr. Geheimrath Reichert überantwortete mir, als der vorliegende Aufsatz sich schon unter der Presse befand, eine jüngst in Dorpat erschienene kleine Schrift, deren Verfasser,

---

1) Dönitz, a. a. O. pag. 760.

Dr. Leon Conrad Erdmann[1]) auf Grund vielfacher am Igel und Frosch unter Prof. Bidder's Leitung angestellter Beobachtungen dieselbe Ansicht vertritt, wie ich. Zugleich entnehme ich seiner historischen Einleitung die Bemerkung[2]), dass schon 1863 Oedmannson behauptete, die becherförmigen Zellen auf allen Schleimhäuten der Wirbelthiere gefunden zu haben, eine Beobachtung, welche mir, und wie es scheint, auch F. E. Schulze unbekannt geblieben war. Ob sie sich auch auf die Zunge bezieht, ist aus dem Erdmann'schen Citate nicht zu ersehen. Ich benutze die mir vom Herausgeber gütigst gewährte Erlaubniss, an meine Arbeit einen kleinen Nachtrag zu knüpfen, abgesehen davon, dass Dissertationen im Allgemeinen sich keiner grossen Verbreitung zu erfreuen haben, um so lieber, weil Erdmann, wie auch aus seinen Zeichnungen (l. c. Fig. 1. 2.) unzweideutig hervorgeht, auf demselben Wege, wie ich selbst, zu demselben Schlusse gedrängt wurde. Er leitet nämlich die Deutung der Becherzellen als umgewandelte Epithelien aus den auch von ihm reichlich beobachteten Uebergangsformen ab, sowie aus dem Umstande, dass sie beim Frosch erst nach längerer Einwirkung der Reagentien und dann ganz regellos auftreten.

Wenn ich mich auch keineswegs mit allen Schlüssen des genannten Verfassers einverstanden erklären kann und manche Bilder anders deute, so ist mir das Resultat seiner Untersuchungen im Ganzen doch um so werthvoller, weil derselbe eigentlich, wie er selbst zugesteht, von vornherein zu der entgegenstehenden Deutung hinneigte und erst im Laufe und durch das Gewicht seiner Beobachtungen sich veranlasst sah, den Satz zu vertheidigen, dass dieselben nur umgewandelte Epithelzellen seien.

Den 18. Juni 1867.

---

1) L. C. Erdmann, Beobachtungen über die Resorptionswege in der Schleimhaut des Dünndarms, 1867. Diss. inaug.

2) A. a. O. S. 45.

Erklärung der Abbildungen.

(Fig. 1—7 incl. von der Froschzunge.)

Fig. 1. Die Cylinderepithelien von der Fläche gesehen. *a* Intakte Epithelzellen mit deutlichen Kernen. *b* Becherzellen. *c* Uebergang der Cylinderepithelzelle in die Becherform.

Fig. 2. Dieselben von der Seite gesehen. *a* Becherzellen, *α* Mündung, *β* Theca, *γ* Fuss. Normale Cylinderepithelzellen mit Flimmerhaaren.

Fig. 3. Isolirte Becherzelle; characteristische Form nach der gewöhnlichen Ansicht.

Fig. 4. Theilweise entleerte Becherzelle; im Fuss liegt in einem Protoplasmaklumpen noch der Kern; aus der Mündung ragt ein anderer Theil Zellinhalt hervor, der im Begriff ist, auszutreten.

Fig. 5. Blasenförmig ausgedehnte Becherzelle mit Kern.

Fig. 6. Becherzelle ohne deutlichen Inhalt; bei *α* ist eine spaltförmige Oeffnung, welche zum Austritt des Zellinhaltes diente. Auch der Kern ist mit ausgetreten.

Fig. 7. Abgeplattete Becherzelle ohne deutliche Oeffnung. An deren Stelle sieht man nur einen doppeltconturirten Saum, wie bei den gewöhnlichen Epithelien.

Fig. 8. Becherzellen von der Zunge des Triton, mit Kochsalz behandelt. *a* Becherzelle von Gestalt einer wenig veränderten Epithelzelle, stark granulirt. *b* eine ähnliche, am Fusse ist ein Klümpchen Zellinhaltsmasse in Form eines stumpfen Fortsatzes durch einen Riss ausgetreten. *c* stark veränderte Epithelzelle mit Kern, im Begriff zu platzen. *d* zum Theil entleerte Becherzelle, ganz von der Gestalt der Cylinderepithelien. *e* querliegende Becherzelle, aus welcher soeben der letzte Rest des Protoplasma sammt Kern austritt. *f* eine Becherzelle, ähnlich Fig. 5, aus welcher der Thecainhalt vollkommen entleert ist.

Ueber das Verhalten der Kohlenwasserstoffe im Organismus.

Von

Dr. O. Schultzen und Dr. B. Naunyn,

Assistenten an der medizinischen Universitätsklinik zu Berlin.

(Aus dem chemischen Laboratorium der Anatomie zu Berlin.)

I. Die Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe.

Ueber das Verhalten der Kohlenwasserstoffe nach ihrer Einführung in den Organismus ist noch wenig Sicheres bekannt. — Nach Einnahme einiger derselben, z. B. des Kamphers, des Terpentinöls, treten Symptome auf, welche entschieden nicht allein als Folge der örtlichen Reizung anzusehen sind. Im Uebrigen liegen ausser der bekannten Erfahrung, dass der Urin nach Genuss von Terpentin - Elemy - Oel u. s. w. den sogenannten Veilchengeruch zeigt und den unbestimmten Angaben einiger Autoren, welche nach Kamphergenuss die Expirationsluft nach Kampher riechend fanden, keine Thatsachen vor, welche bewiesen, dass überhaupt eine Resorption dieser Substanzen vom Darmkanal aus statthabe.

Ueber das Verhalten dieser Substanzen bei ihrem etwaigen Durchgange durch den Organismus, und über die nach Genuss derselben in den Secreten, besonders im Urin, etwa auftretenden Zersetzungsproducte, ist gleichfalls Nichts sicher gestellt. Namentlich dadurch, dass neuerdings einige Kohlenwasserstoffe in Gestalt des sogenannten Benzins in grösserer Ausdehnung

als bisher in Anwendung gekommen sind, wurde die Erforschung der eben berührten Verhältnisse von Neuem angeregt.

In vorliegender Arbeit sind zunächst die in Bezug auf die Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe gewonnen Resultate mitgetheilt.

Kohlenwasserstoffe aus der Benzolreihe.

1) Benzol.

$C_6 \{ H_6$.

Das zur Verwendung gekommene Benzol, aus Benzoësäure dargestellt, zeigte einen Siedepunkt von 82° und erstarrte bei +3° krystallinisch. Einem kleinen Hunde wurden wiederholt 100 bis 120 Tropfen Benzol in Capsules beigebracht. Der jedesmal in den nächsten 24 Stunden gelassene Urin ward gesammelt; er zeigte frisch entleert constant eine neutrale oder schwach saure Reaction und brauste beim Zusatz von Säuren stark auf. Derselbe ward mit Schwefelsäure versetzt und im Sandbade destillirt. Das saure Destillat zeigte keinen deutlichen Geruch, gab indessen jedesmal (im Ganzen wurde der Versuch 3 Mal wiederholt) beim Kochen der durch Ammoniak schwach alkalisch gemachten Flüssigkeit mit Chlorkalklösung eine intensiv dunkelblaue Färbung.

Auf Zusatz von Eisenchlorid zeigte das Destillat eine ziemlich intensiv dunkelviolette Färbung.

Gleiche Portionen Urin von demselben Hunde ohne vorhergehende Verabfolgung von Benzol gewonnen gaben wiederholt bei gleicher Art und Weise der Darstellung ein Destillat, welches keine der obenerwähnten auf die Gegenwart von Phenylsäure zu beziehenden Reactionen zeigte.

Auch beim Menschen wurde dasselbe beobachtet.

Ein Mann von 36 Jahren litt in Folge eines Magenkrebses an Magenerweiterung und Erbrechen gegohrener, viele Hefenpilze enthaltender Massen. Er erhielt wiederholt 100 Tropfen Benzol im Verlauf von 12 Stunden in 3 Dosen, ohne irgend welche Beschwerden danach zu empfinden.

Es gelang in dem nach Verabfolgung des Kohlenwasserstoffes gelassenen Urine jedesmal in dem auf die beschriebene

Weise erhaltenen Destillate die Gegenwart geringer Mengen von Phenol durch die erwähnten Reactionen nachzuweisen, während in dem ohne vorhergängige Benzol-Einnahme von demselben Manne gewonnenen Urine bei derselben Art der Untersuchung diese Substanz niemals wahrgenommen wurde.

Es darf also wohl angenommen werden, dass die in einer nicht unbeträchtlichen Anzahl von Fällen nach der Einnahme von Benzol im Urine, so weit die erwähnten Reactionen die Gegenwart dieser Substanz sicher stellen, nachgewiesene Phenylsäure in der That von jenem (dem Benzol) ihren Ursprung genommen hat.

Die bekannten Untersuchungen Städeler's, welcher zeigte, dass Phenylsäure ein constanter Bestandtheil des Urins von Menschen und einiger Säugethiere sei, widersprechen dieser Annahme nicht, da das Versuchsverfahren dieses Forschers ein viel complicirteres war. Uns gelang es vermittelst des oben geschilderten Verfahrens nicht, weder im normalen Menschen- oder Hundeharne überhaupt, noch in dem der zur Untersuchung verwendeten Individuen ohne vorhergängige Einnahme von Benzol diese Substanz nachzuweisen.

Es scheint demnach, dass das Benzol bei seinem Durchgange durch den Organismus eine einfache Oxydation erleidet, welche zur Bildung von Phenylsäure führt; ein Factum, welches, falls es gelingt dasselbe in genügender Weise sicher zu stellen, von hohem Interesse ist, da es bisher nicht möglich war, aus dem Benzol durch directe Oxydation einfache Abkömmlinge zu erhalten.

Dass bei der Oxydation des Benzol stets nur so geringe Mengen von Phenylsäure im Harne erschienen, welche einen Nachweis dieser Substanz in anderer Weise als durch die erwähnten Reactionen unmöglich machte, kann nicht Wunder nehmen. Es ist, wie bekannt, diese Substanz in alkalischer Lösung sehr leicht zerstörbar und also eine weiter gehende Oxydation der einmal gebildeten Phenylsäure im Organismus von vorn herein wahrscheinlich. Vielleicht ist das wiederholt beobachtete Vorkommen sehr bedeutender Mengen von kohlen-

sauren Salzen in dem Urine nach Benzoleinnahme auf diesen Zerfall des Phenol zu beziehen.

Möglich ist es auch, dass ein grosser Theil des eingenommenen Benzol durch die Lunge unverändert ausgeschieden wird und nur ein kleiner Theil der Oxydation verfällt.

2) Toluol.

$$C_6 \begin{cases} H_5 \\ CH_3 \end{cases}$$

Das zur Anwendung gekommene Toluol zeigte einen Siedepunkt von 110—112°.

Einem Hunde wurden wiederholt je 2—3 Grmm. Toluol in Capsules beigebracht, oder mit Eigelb emulgirt in den Magen gespritzt. Der jedesmal in den nächsten 24 Stunden von dem Thiere entleerte Urin wurde zum dicken Syrup eingedampft, mit Alkohol extrahirt. Das Alkohol-Extract bis zur vollständigen Entfernung des Alkohol abgedampft, erstarrte beim Versetzen mit Salzsäure (oder Schwefelsäure) zu einem Krystallbrei. Die ausgeschiedenen Krystalle wurden gesammelt, mit eben solchen, durch Schütteln der von der ersten Krystallisation abfiltrirten Mutterlauge mit Aether und Abdestilliren des Aethers gewonnenen vereinigt. Nach wiederholtem Umkrystallisiren aus Wasser wurden dieselben, als vollkommen farblose mehrere Linien lange Nadeln erhalten. Dieselben lösten sich in kaltem Wasser schwer, in heissem leichter, in Alkohol und Aether leicht. Sie gaben beim Verbrennen deutlichen Geruch nach Benzonitril. Die Elementaranalyse ergab für C. und H. Zahlen, welche genau der Formel der Hippursäure entsprechen.

0,2523 Grmm. Substanz

gaben beim Verbrennen mit chromsaurem Blei

0,1240 Grmm. H_2O und 0,5543 Grmm. CO_2.

	ber.	gef.
C	60,33	59,89.
H	5,02	5,46.

Dem Manne, der bereits früher mit dem angegebenen Erfolge zu wiederholten Malen Benzol eingenommen hatte, wurden an 3 verschiedenen Tagen (Nachmittags) je 90 Tropfen = pp. 3 Grmm. Toluol in 3 Dosen verabreicht.

Während sein Harn sonst nur die geringen normalen Mengen Hipp. enthielt, gelang es nach dem Verabreichen des Toluol jedesmal aus dem am anderen Morgen gelassenen Urine (200—300 Cc.) bedeutende Mengen (1 Gr. und mehr) einer Substanz zu gewinnen, welche nach wiederholtem Umkrystallisiren alle Eigenschaften der Hippursäure zeigte.

Es findet also, wie von vorn herein, namentlich bei Berücksichtigung der oben in Bezug auf das Verhalten des Benzols im Organismus mitgetheilten Thatsachen wahrscheinlich war, zunächst eine einfache Oxydation des eingeführten Toluol statt.

$$C_6\begin{cases}H_5\\CH_3\end{cases} + 3\,O = C_6\begin{cases}H_5\\COOH\end{cases} + H_2O$$

Die so gebildete Benzoësäure erscheint im Harn mit Glykokoll verbunden als Hippursäure.

3) Xylol.

$$C_6\begin{cases}H_4\\CH_3.\\CH_3.\end{cases}$$

Das zur Verwendung gekommene Xylol zeigte einen Siedepunkt von 138—140°.

Einem Hunde wurden pp. 4 Gr. reines Xylol mit Eigelb emulgirt in den Magen gespritzt. Der in den folgenden 24 Stunden gelassene Urin wurde gesammelt.

Er zeigte nach dem Einengen auf etwa den dritten Theil des ursprünglichen Volumen beim Versetzen einer Probe mit Salzsäure einen Niederschlag, welcher, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, aus ölartigen Tropfen bestand. Nach längerem Stehen setzte sich am Boden des Gläschens eine ölartige schmierige Masse ab, welche sich in kaltem Wasser schwer, in heissem leichter, in Alkohol, Aether und allen Alkalien leicht löste.

Der Urin ward nun zum dicken Syrup eingeengt, mit Alkohol extrahirt; das alkoholische Extract wiederum abgedampft, mit Salzsäure versetzt und wiederholt mit Aether geschüttelt. Das Aetherextract hinterliess nach dem Abdestilliren des Aethers eine bedeutende Menge jener ölartigen schmierigen, übrigens gelbbraun gefärbten Substanz. Dieselbe löste sich in ziemlich

grossen Mengen kochenden Wassers mit Hinterlassung einer braunen harzartigen Masse auf. Aus dem Filtrate schied sie sich beim Erkalten, noch vollständiger nach dem Einengen, in hellbraunen ölartigen Tropfen aus. In Alkohol, Aether und allen Alkalien war sie leicht löslich; indessen war die Substanz in keiner Weise krystallinisch zu erhalten; auch beim Versetzen der alkalischen Lösung mit Salzsäure fiel sie stets in ölartigen, schliesslich fast farblosen Tropfen aus. Das Barytsalz, welches durch Kochen der ursprünglich erhaltenen Substanz mit Barytwasser und Einengen der filtrirten und durch Kohlensäure vom überschüssigen Baryt befreiten Lösung erhalten ward, konnte gleichfalls nicht krystallinisch gewonnen werden.

Das Zinksalz der betreffenden Substanz wurde aus dem Barytsalze dargestellt, durch Zufügen von Zinkvitriollösung zur warmen wässrigen Lösung jenes, so lange noch ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryum bemerkt ward. Aus dem Filtrate schieden sich beim Einengen schmierige braune Massen in Häuten auf der Oberfläche ab; die eingeengte und nochmals filtrirte Lösung erstarrte beim Erkalten zu einem Brei gelblicher, glänzender, zu kleinen Drüsen gruppirter rhombischer Plättchen.

Nach wiederholtem Umkrystallisiren, wobei unter bedeutendem Verluste sich stets wieder die erwähnten schmierigen Häute beim Einengen der Lösung an der Oberfläche abschieden, wurde das Zinksalz in vollkommen weissen silberglänzenden Blättchen erhalten, welche bei der Elementaranalyse folgende Werthe ergaben:

1) 0,2524 Gr. Substanz gaben
0,1037 Gr. H_2O und 0,4946 Gr. CO_2.

2) 0,1819 Gr. Substanz gaben
0,0789 Gr. H_2O und 0,3587 Gr. CO_2.

3) 0,1844 Gr. Substanz gaben
0,0349 Gr. ZnO.

4) 0,2085 Gr. Substanz gaben
0,0365 Gr. ZnO.

5) 0,1659 Gr. Substanz mit Natronkalk verbrannt gaben
0,0738 Platin.

6) 0,4136 Gr. lufttrockener Substanz verloren bei 160°
0,0572 Wasser.

7) 0,1767 Gr. lufttrockener Substanz verloren bei 160°
0,0247 Gr. Wasser.

Aus diesen Zahlen berechnet sich die Formel des tolursauren Zink $(C_{10}H_{10}NO_3)_2Zn + 4\,H_2O$.

	berechnet	gefunden						
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
$2\,C_{10}$	= 53, 45.	53,44.	53,6.					
$2\,H_{10}$	= 4,45.	4,56.	4,81.					
2 N	= 6,23.					6,29.		
$2\,O_3$	= 21,38.							
Zn	= 14,47.			15,2.	14,1.			
	99,98.							
4 aq.	= 13,82.						13,83.	13,9.

Auch beim Behandeln des vollkommen reinen Zinksalzes mit Salzsäure gelang es nicht, die Tolursäure in krystallinischer Form zu gewinnen; sie schied sich in Form ölartiger farbloser Tropfen aus, welche auch bei längerem Stehen nicht krystallinisch erstarrten. Im Uebrigen zeigte sie Eigenschaften der ungereinigten Säure.

Das Kupfersalz wurde aus dem Barytsalze in analoger Weise wie das Zinksalz dargestellt. Es ist dasselbe in heissem Wasser leicht löslich, scheidet sich beim Erkalten in Form kleiner blaugrün gefärbter Druschen aus, welche unter dem Mikroskope als aus feinen stern- oder garbenförmig gruppirten Nadeln zusammengesetzt erscheinen.

0,3846 Gr. lufttrockener Substanz verloren bei 150° 0,730 Gr. aq. Hieraus berechnet sich die Formel des tolursauren Kupfer $(C_{10}H_{10}NO_3)_2$ Cu + 6 aq.

	ber.	gef.
6 aq.	19,4.	18,99.

Das Silbersalz fällt beim Versetzen des Ammoniaksalzes mit Silbernitrat als käsiger Niederschlag; derselbe löst sich in heissem Wasser schwer und unter theilweiser Zersetzung. Aus der heiss filtrirten Lösung scheidet es sich beim Erkalten lediglich in Form von undeutlich krystallinischen Körnern aus.

In derselben Weise wurde noch wiederholt das Auftreten von Tolursäure im Hundeharne nach Einnahme von Xylol nachgewie-

sen, und auch aus dem Harne dreier gesunder Menschen wurde nach Einnahme von 5—6 Gr. Xylol, welche ohne Beschwerden vertragen wurden, eine entsprechende Menge Tolursäure gewonnen.

Die Veränderung, welche das Xylol bei seinem Durchgange durch den Organismus erleidet, schliesst sich also genau an das an, was bereits oben über das Verhalten des Toluol berichtet ist.

Das Xylol wird zunächst einer einfachen Oxydation unterworfen, welche ebenso, wie dies bei der künstlichen Oxydation dieses Kohlenwasserstoffes der Fall ist, zunächst nur eine Methylgruppe angreift und zur Bildung von Toluylsäure führt.

$$C_6\begin{cases}H_4\\CH_3\\CH_3\end{cases} + 3O = C_6\begin{cases}H_4\\CH_3\\COOH\end{cases} + H_2O.$$

Dass die so gebildete Toluylsäure als Tolursäure in den Harn übergehen würde, war nach den Erfahrungen von Kraut von vorn herein zu erwarten. Dieser Forscher fand, dass nach der Einnahme von Toluylsäure Tolursäure im Harne erscheint.

Uebrigens zeigte sich die aus dem Urine nach Einnahme von Xylol dargestellte Tolursäure, in ihren eigenen Eigenschaften und denen ihrer Salze von der durch Kraut nach Einnahme von Toluylsäure im Harne nachgewiesenen wesentlich verschieden.

Es zeigt sich also, dass die vom Benzol abgeleiteten Kohlenwasserstoffe, in den Organismus eingeführt, einer Oxydation unterliegen. Es führt diese Oxydation, sich da, wo mehrere Seitenketten im Kohlenwasserstoffe vorhanden sind, auf eine derselben beschränkend, bis zur Bildung der nächsten beständigen Säure, welche dann als die entsprechende Hippursäure im Urine erscheint.

Kohlenwasserstoffe dieser Gruppe, in welcher ein H durch ein höheres Homologon des Grubengases ersetzt ist, z. B. Cymol (Aethylbenzol $= C_6\begin{cases}H_5\\C_2H_5\end{cases}$, konnten wegen des schwierig zu beschaffenden Materiales der Untersuchung nicht unterzogen werden. Nach den Untersuchungen, welche neuerdings von Schultzen und Gräbe über das Verhalten der aromatischen

Säuren im Organismus angestellt sind, kann über das etwaige Verhalten eines solchen Kohlenwasserstoffes ein Zweifel jetzt kaum noch bestehen. Durch Abspaltung der complicirten Seitenkette bis auf das am Benzolkerne haftende Methyl und durch Oxydation des letzteren wird zunächst Benzoësäure gebildet, welche dann wiederum als Hippursäure im Harne erscheint.

$$C_6\begin{cases}H_5\\C_2H_5\end{cases} + 6O = C_6\begin{cases}H_5\\COOH\end{cases} + CO_2 + 2H_2O.$$

Berlin, im März 1867.

Ueber Structur und Textur der Purkinje'schen Fäden.

Von

Dr. Obermeier.

(Fortsetzung.)

(Hierzu Taf. XI.)

Nachdem im vorigen Abschnitt (s. Heft II., pag. 245) die Geschichte und die Topographie der Purkinje'schen Fäden gegeben worden, wird hier eine Beschreibung der Structur und Textur derselben, sowie eine Besprechung der verschiedenen Ansichten folgen. Die Beobachtungen wurden angestellt zum grössten Theil an frischen, dann aber auch an Herzen, die in verschiedenen Flüssigkeiten (in Alkohol, Salzsäure, Salpetersäure, Kochsalzlösung, Chromsäure und in chromsaurem Kali) gehärtet waren.

Es handelt sich zunächst hier von den Fäden des Schafherzen, warum, ist oben angegeben. Das Endocardium des Schafes ist mässig dick. In der untersten Schicht desselben liegen die Netze der Purkinje'schen Fäden, getrennt von der Muskulatur durch eine dünne Schicht lockeren Bindegewebes. Zieht man das Endocardium ab, so zerreisst diese Schicht, und es bieten daher, wenn man das Endocardium mit der Rissfläche nach oben auf das Objectglas legt, die Fäden fast oder ganz unbedeckt sich dem Auge dar. Man erkennt sie bei $^{120}/_{1}$ als mehr weniger breite Stränge, die durch dunkle Linien in kleine polygonale Felder getheilt sind. Das Ansehen der Fäden, auch

bei stärkerer Vergrösserung ist ein so characteristisches, und besonders hier am Herzen so auffälliges, dass einzelne Forscher sich die Gelegenheit, Vergleiche anzustellen, nicht entgehen liessen. Hessling meint, dass sie den Eindruck von Pflanzengewebe machten. Allerdings ist dies der Fall bei schwacher Vergrösserung, und zwar besonders, wenn die Fäden eine sehr grosse Breite besitzen. Aeby will, dass sie an Bandwurmglieder erinnern. Auch dieses trifft zu bei schmalen Fäden, die eine oder zwei Abtheilungen breit sind. Ich würde, wenn nicht diese schon genügten, um ein ungefähres Bild von den Fäden zu entwerfen, des historischen Interesse wegen den Vergleich mit dem Zellenknorpel hinzufügen [1]). Dieser Zellenknorpel, wie er sich als Chorda-Rest in den Cava intervertebralia verschiedener Fische (Gadus, Polypterus, Chimaera u. s. w.) vorfindet, ähnelt in der That den Fäden nicht blos in der Form, sondern auch in dem eigenthümlichen Glanz. Die Fäden fallen nämlich in dem mattweiss gefärbten Bindegewebe des Endocardium durch einen glasähnlichen Glanz auf, unterscheiden sich übrigens von der Umgebung auch noch durch eine etwas gelbliche Tinction.

Zerzupft man die Fäden, was am besten an frischen zu geschehen pflegt, so sieht man sie in polyedrische Stücke häufig zerfallen, und erkennt am Rissende des Fadens, dass alsdann der Faden an den Stellen der dunklen Linien gerissen ist. Jene Stücke, die in der Regel längliche polyedrische Körper darstellen, werde ich mit dem Hessling'schen Ausdruck „Körner“ bezeichnen. — Die Körner, die also den von dunklen Linien begrenzten Feldern entsprechen, liegen in den Fäden neben und hinter einander. Eine bestimmte mathematische Anordnung ist dabei nicht bemerkbar. Nur ist selbst da, wo die Körner zu grossen Platten neben einander gelagert sind, eine Aneinanderfügung in der Längsrichtung das Vorherrschende. Die Körner liegen in der Regel so, dass ihre Längendurchmesser die Richtung des Fadens einnehmen. Sie sind zwar verschieden gestaltet, doch erkennt man durchgehends, dass sie

1) Purkinje hielt die Fäden für knorplige Gebilde.

etwa eben so dick, gewöhnlich aber länger als breit sind. Man kann daher eine obere, dem Auge des Beschauers zugewendete, und eine demselben abgewendete untere Fläche, zwei dem Längsdurchmesser etwa parallele Seitenflächen, und zwei kürzere die Längsrichtung schneidende Polflächen oder Endflächen unterscheiden. Das Verhalten dieser Flächen ist nicht ein ganz gleiches. Während in breiteren Fäden an den langen Seitenflächen häufiger Lücken sich finden, ist dies an den kürzeren Polflächen nur selten der Fall. Mit ihnen sind die Körner fester als mit den Seitenflächen neben- und aneinander gelagert. — Diese Verhältnisse, die mit schwacher Vergrösserung zu erkennen sind, müssen bei stärkerer genauer erörtert und bezeichnet werden, um dem Leser die nöthige Einsicht in die Schwierigkeit des Gegenstandes zu verschaffen, und die Möglichkeit des Verständnisses der verschiedenen Autoren zu erleichtern. — Bei stärkerer Vergrösserung will es anfänglich scheinen, als ob an Stelle der dunklen Linien in den Fäden jetzt Faserzüge, an denen man mehr weniger deutlich Querstreifung erkennt, sich fänden. Innerhalb des früher so genannten polygonalen Feldes oder des hyalin scheinenden Kornes bemerkt man kernähnliche Gebilde, Pigmentkörnchen, Fetttropfen und derartige Molekeln. Häufig sieht man dann auch einige Längslinien, quere Linien, zuweilen auch schräg laufende, auch hie und da kleine Tüpfelchen, besonders an den Rändern des Fadens. Aber alles Dieses trägt den Stempel des Unsicheren, Undeutlichen, nicht scharf Ausgeprägten an sich, was allerdings grösstentheils in der optischen Eigenthümlichkeit des Materials begründet ist.

Die erwähnten Fasern befinden sich also scheinbar zwischen den Körnern. Unterzieht man die „Zwischenfasern" einer genaueren Betrachtung, so bemerkt man, dass es mit ihrer Quer- und Längsstreifung besonders an den Ecken der Körner nicht recht stimmt, während sie an den Seiten, für gewöhnlich wenigstens, durch grosse Regelmässigkeit sich auszeichnen. Bewegt man ferner den Focus des Mikroskops hin und her, so laufen die Querstreifen in den Raum des Kornes weiter, es kommen auch neue Längsfasern hinzu. Eine scharfe Absetzung

zwischen der Contour des Kornes und den Fasern bemerkt man durchaus nicht. Dagegen erkennt man, wenn man scharf einstellt, unter den vielen Linien, welche zwischen dem Gebiete von je zwei Körnern als optischer Ausdruck der Zwischenfasern sich dem Auge darbieten, eine besonders dunkle, die ungefähr die Mitte hält von den übrigen, und die rings um das Korn zu verfolgen ist. Bei Heben und Senken des Focus entsteht häufig je nach Umständen auf einer oder zu beiden Seiten der schwarzen Linien ein hellerer Schein. Bewegt man den Focus ganz allmählich auf den Faden herab, so sieht man zuerst auf der Oberfläche des Kornes eine Längs- und Querstreifung. Bei dem einen Präparat ist die Quer-, bei dem andern die Längsstreifung deutlicher, bei den meisten sind beide vorhanden. Senkt man den Focus tiefer, so verliert sich die Längs- und Querstreifung in der Mitte des Kornes und bleibt nur an den Seiten ungewiss sichtbar; senkt man ihn noch tiefer, so erkennt man wieder Längs- und Querstreifen, zum Theil die der darunter gelegenen Körner. Die Streifen haben ganz den Character, den die Streifen der längs- und quergestreiften Muskelfasern an sich tragen. Sie sind bei frischen Objecten mit aller Schärfe wahrzunehmen, werden aber besonders deutlich durch die Behandlung mit den oben erwähnten Reagentien. Ueberhaupt verhält sich die quer- und längsgestreifte Masse den Reagentien gegenüber völlig wie Muskelsubstanz. Eine nähere Ausführung dieser Reactionen erlasse ich mir, und verweise dafür auf Hessling's Arbeit.

Diese vorstehenden Beobachtungen sind Dinge die ein Jeder, der die Purkinje'schen Fäden betrachtet, nothwendig machen muss. Wie er sie auffasst, deutet, geistig verarbeitet, das ist von den verschiedensten Umständen abhängig. Um jedoch den Leser nicht zu ermüden, und um Wiederholungen zu vermeiden, werde ich die durch die einzelnen Beobachtungen gewonnenen Resultate aufzählen.

Die Gestalt der Körner ist wegen der unregelmässigen Form und wegen des zu grossen Glanzes nur selten nicht deutlich zu eruiren. Ihr Umriss wird in der Flächenansicht von einer dunklen Linie umschrieben, die durch die Contouren der

aneinanderstossenden Seitenflächen je zweier Körner hervorgebracht wird. Dafür spricht der erwähnte helle Schein zu beiden Seiten der schwarzen Linien, und an zerrissenen Fäden und isolirten Körnern ist es erweislich. Nach Flächen- und Seitenansichten und Querschnitten erkennt man sie als ovoide oder cylindrische Körper[1]) die sich gegenseitig gewöhnlich etwas abplatten, und eine glatte oder mehr minder gefaltete Aussenfläche besitzen. Die Grösse der Körner ist sehr verschieden, sie sind etwa noch einmal so breit als ein gewöhnliches Herzmuskelprimitivbündel. Der Breitendurchmesser wechselt sehr, erreicht aber fast nie den Längendurchmesser, sondern wird durch letzteren gewöhnlich an Länge, oft sogar 2 bis 4 Mal übertroffen.

Die Längsstreifen ziehen von einem Pole des Kornes zum andern, gewöhnlich parallel zur Längsrichtung des Fadens; die Querstreifen ziehen senkrecht zu ihnen. Diese Quer- und Längsstreifung wird bei den meisten Körnern nur an den Wänden gesehen, während das Innere durch eine hyaline Masse eingenommen wird. An isolirten Körnern kann man deutlich die obere und untere quergestreifte Wandfläche durch Heben und Senken des Focus erblicken. Dass auch die Seitenwände längs- und quergestreift sind, lässt sich an den einzelnen Körnern durch Rollen derselben auf dem Objectglas erkennen. Auch auf Durchschnitten, die die Fäden der Länge nach treffen, kann man die quer- und längsgestreiften Seitenwände zu Gesicht bekommen. Ueberhaupt erläutern Durchschnitte der Fäden den Bau der Körner ganz bedeutend. Auf Schnitten, die senkrecht zum Verlauf des Fadens gemacht sind, erkennt man den mehr weniger ovalen Querschnitt eines Kornes durch eine scharfe Linie begrenzt. Nach innen von ihr (in Bezug auf das Korn) liegt eine gewöhnlich dünne, selten gleichmässig dicke Schicht von Punkten, welche durchschnittenen Fibrillen entsprechen. Gewöhnlich kann die Fortsetzung der quergeschnittenen Fibril-

1) Was schon bei schwacher Vergrösserung erkannt wird. S. oben S. 253.

len von den obigen Punkten aus durch Tieferstellen des Focus verfolgt werden.

Man kann an diesen Durchschnitten zugleich auf das Evidenteste den Nachweis erblicken, dass die Fibrillen innerhalb des Kornes liegen. Nach innen nämlich von der erwähnten Schicht quergeschnittener Fibrillen folgt ohne scharfe Grenzlinie eine hyaline Masse. In derselben erkennt man zuweilen ebenfalls noch einzelne Fibrillen, die der peripheren Schicht anliegen, und zuweilen zu mehreren zusammenliegend, einem Balken ähnlich in das Innere des Kornes hineinragen. Eine scharfe Absetzung zwischen der hyalinen und der fibrillären Masse an der Peripherie ist nie zu constatiren. Dies müsste sich zeigen, wenn die centrale hyaline Masse etwas Abgeschlossenes, und von den Fibrillen nur umgeben wäre, wenn man, wie v. Hessling thut, die hyaline Masse als Korn von der Fibrillenmasse umflochten sein liesse. Dann müsste diese hyaline Masse aus der Umhüllung der Fibrille beim Zerreissen und Zerzupfen des Fadens herausfallen können.

Wenn man nun allerdings sich denken kann, dass die Adhäsion zwischen Fibrillen und centraler Masse dies zu verhindern im Stande sein möchte, so ist doch niemals bei derlei Zerreissungen ein einziges Präparat beobachtet worden, welches auch nur einigermassen die Annahme eines derartigen Verhältnisses unterstützte. Nie sind Stücke (Körner) erhalten worden ohne Längs- und Querstreifung; nie sah man Fibrillen, aus denen die hyaline Masse herausgefallen wäre. Bei Zerreissungen der Fäden, wo der Riss häufig zwei sich berührende Körner scheidet, häufig genug aber auch mitten durch die Körner geht, sieht man an diesen ein zackiges Rissende. Die Convexitäten der zackigen Contour dieses Risses entsprechen jedesmal einer Fibrille. Eine wirkliche Zerfaserung aber, wie bei der gewöhnlichen Muskelfaser, so dass einzelne Fibrillen hier- und dahin starren, gelingt an frischen fast gar nicht, nicht recht schön an mit Alkohol oder Chromsäure u. s. w. behandelten Fäden.

Sie sind weiter Nichts, als die durch verschiedene Verhältnisse deutlicher gemachten Fibrillen der Körner, deutlicher ge-

macht an den Stellen, wo sie erscheinen[1]). So sind demnach die Zwischenfasern in's Reich der optischen Täuschungen zu verweisen. Beim Zustandekommen derselben wirken folgende Momente mit: 1) An den nie ganz lothrecht stehenden Seitenwänden übersieht man mehrere Fibrillen zugleich. Dass dieser Umstand es nicht allein ist, erkennt man daran, dass die freie Seite von Randkörnern selten diese Erscheinung darbietet, auch isolirte Körner frei davon sind. Es ist also 2) grösserer Schatten (gleichsam Abblendung des Lichts) erforderlich, der von aneinanderstossenden Wänden hervorgebracht wird. Es ist eine bekannte Thatsache, dass zu grelles Licht die Zeichnung der mikroskopischen Objecte nur sehr undeutlich erscheinen lässt. In dem durch die dicken Seitenwände gleichsam gedämpften Lichte erscheinen die in ihnen liegenden Fasern besonders deutlicher und kräftiger, als in der Mitte des Korns, wo eine ungemein glänzende Masse unter der dünnen Fibrillenschicht liegt. Auch an den Polenden der Körner, wo die Fibrillen endigen, können solche scheinbaren Zwischenfasern zu Stande kommen. Dieselben setzen sich dort aus den Quer- und Längslinien des Kornes zusammen (vielleicht in ähnlicher Weise, aber dem Beobachter unbewusst, wie bei dem physiologischen Phänomen der Intention des Sehens). Zur Erläuterung des Gesagten diene die beigefügte schematische Figur. (Fig. 15.) Man studirt diese Verhältnisse am besten an den häufigen fast rechtwinkeligen Körnern, deren Polenden fast gerade sind. — Als Beitrag zu den optischen Verhältnissen hier diene folgende Beobachtung. An einem gereckten Purkinje'schen Faden (frisches Präparat) bildeten sich Längsfalten. Eine derselben ging schräg mitten über ein Korn, und zeigte sich ebenso

---

1) Hierbei will ich gleich bemerken, dass allerdings Fibrillenbündel zuweilen ausserhalb der Körner gesehen werden können, welche aber nicht nothwendig zum Faden, ich meine: zur Definition eines Purkinje'schen Fadens, gehören. Dieselben stammen von der Herzmuskulatur. Eine Verwechslung dieser mit den Fibrillen, von denen oben die Rede, ist nicht gut möglich. Näheres folgt im Verlauf der Arbeit.

deutlich quergestreift, wie die Randparticen, während die betreffenden Streifen an dieser Stelle vorher nicht deutlicher als an der übrigen Fläche des Korns waren. —

Es sind also die Zwischenfasern weiter Nichts, als die durch verschiedene Verhältnisse deutlicher gemachten Fibrillen der Körner selbst, die an den andern Stellen des Kornes nicht immer so deutlich erscheinen. Dass man die Längsstreifen und Querstreifen nicht bei allen Körnern gleich deutlich sieht, wird bewirkt 1) durch die gebogene Oberfläche, die man eben nicht ganz bei einer Einstellung übersieht, 2) durch den grossen Glanz der Substanz der Körner, 3) durch die Falten, welche über die Oberfläche laufen. Dieselben erscheinen kräftiger gezeichnet, und dadurch wird die ohnehin nur schwach im Auge erzeugte Empfindung der regelmässigen Eindrücke verwischt. — Die Längsstreifen, also die Fibrillen der Körner, ziehen nun von einem Polende des Kornes zum andern. Der Verlauf derselben ist aber nicht immer ein der Axe des Fadens paralleler. Nicht selten kommen Abweichungen vor. Besonders an den am Rande der Fäden liegenden Körnern beobachtet man, dass die Polenden an der dem Faden zugewendeten Seite liegen. Dadurch kommt nothwendig eine krumme, schiefe u. s. w. Gestalt des Korns und entsprechender Faserverlauf zu Stande. Die Fibrillen dieser Randkörner laufen parallel, nicht mit der Längsrichtung des Fadens, sondern mehr mit der lateralen Contour des Kornes. Solche Körner sind aus dem Zuge der Faser gleichsam herausgeschoben, herausgestülpt, gleichsam, um so zu sagen, Divertikel.

Das Innere der Körner erscheint wie von einer hyalinen Masse erfüllt. Man erkennt darin 1, 2 auch 3 weissliche kernartige Körner, Fetttropfen, körnige dunkle Substanz, Körner von gelbem Pigment u. s. w. Die Kerne besitzen eine dicke Contour und enthalten mehrere dunkle Punkte, zuweilen auch 1, selbst 2 helle (Fett-)Tropfen. Dass die kernartigen Körper völlig im Innern gelegen sind, davon kann man sich leicht durch Wälzen isolirter Körner überzeugen. Alsdann sieht man bei jeder Lage des Kornes zuest die Wand des Kornes und dann den kernartigen Körper. Auf Querschnitten ist nun gar erst recht die Lage des Kernes in dem Korne deutlich.

Nach dem, was bis jetzt erläutert worden, würde die Definition eines Purkinje'schen Kornes lauten: Cylindrische oder ovoide Körper mit hyaliner Axensubstanz, in der kernartige Körper u. s. w. eingebettet liegen, und peripherischer, längs- und quergestreifter Rindensubstanz. Wenn man nun aber vielfach Präparate anfertigt, so kann es Einem nicht entgehen, dass sich zwischenden Körnern verschiedener Fäden oft auffällige Unterschiede geltend machen. Es lassen sich etwa drei Arten, drei Hauptformen, erkennen. Man sieht 1) sehr durchsichtige glänzende Körner, welche nicht scharf markirte Zeichnungen besitzen, die auf Quer- und Längsstreifung deuten. Dieselben enthalten 1—3 kernartige Körper, Pigmentkörnchen u. s. w. Das Aussehen dieser Körner erweckt den Eindruck des Wasserreichen, Gallertigen. Dass diese Körner wirklich aus einer derartigen Gewebsmasse bestehen, geht aus Folgendem hervor. Lässt man ein Präparat von Purkinje'schen Fasern trocknen, so verlieren sie vollständig ihre Form, schrumpfen zusammen, so dass man an dem gelblichen Schein nur ahnen kann, wo sie gewesen. Muskelbündel schrumpfen zwar auch, behalten aber besser ihre Form. Lässt man einige Stunden lang Wasser auf das Präparat wirken, so quellen die Purkinje'schen Körner zwar wieder auf, erhalten aber die alte Form nicht recht wieder. — Dann sieht man 2) Körner, die weniger durchscheinend deutlich Quer- auch Längsstreifung zeigen, und ebenfalls kernartige Körper u. s. w. enthalten. Sie sind im Allgemeinen etwas schmaler, sonst in der Länge wenig von der ersten Sorte unterschieden. Die hyaline Masse ist im Vergleich zur quergestreiften geringer, wie Querschnitte zeigen. — Man unterscheidet 3) Körner, die einer quergestreiften Muskelfaser gleichen, und die im Allgemeinen schmäler und bedeutend länger, als die übrigen Purkinje'schen Körner sind. Kernartige Körper lassen sie nur selten erkennen. Eine etwas hyaline Beschaffenheit ist auch ihnen eigen.

So viel über den Bau der Purkinje'schen Körner. Er ist so genau in seinen Einzelnheiten erörtert worden, weil er zu den schwierigsten Punkten der ganzen Untersuchung gehört. Es wurde auf die Ansicht von dem Vorhandensein der Zwischenfasern deshalb hier so viel Rücksicht genommen, weil,

wenn man die quer- und längsgestreifte Substanz gesondert von der hyalinen auffasst, damit der Begriff des Kornes fällt.

Wenn ein Purkinje'scher Faden im Endocardium liegend betrachtet wird, erkennt man über ihm elastische und Bindegewebsfasern. Diese Fasern ziehen wellig, bald quer bald schräg, bald der Länge nach, über und um die einzelnen Körner herum, und umschlingen ihn zuweilen in welligem oder zackigem Verlaufe. Eine regelmässig hervortretende Anordnung in ihrem Verlaufe zwischen den Körnern ist nicht zu bemerken. Sie erscheinen hell, doppelt contourirt und an einzelnen Stellen undeutlich quergestreift. Diese Streifung ist mit Entschiedenheit auf die Längs- und Querlinien der unter ihnen gelegenen Körner zurückzuführen. Denn die Fasern zeigen die Querstreifung nur, wenn sie gewisse Richtungen zur Oberfläche besitzen; und dieselbe Faser, die über den Körnern quergestreift war, erscheint ganz hell von da an, wo sie im umgebenden Gewebe weiter zieht. Es ist dies wohl eine ähnliche optische Erscheinung, wie sie durchscheinende oder durchscheinend gemachte Trichinenkapseln darbieten, welche Querstreifung zeigen, wenn unter ihnen Muskelbündel liegen. Auch auf der unteren Seite des Fadens lagern ähnliche Netze von bindegewebigen und elastischen Fasern. Wenn, wie es öfters zu geschehen pflegt, ein Faden bei der Präparation herausfällt, erkennt man gleichsam einen Abdruck von ihm in dem Gewebe. Für gewöhnlich sind die herausgefallenen Purkinje'schen Fäden dann, zufällig hier und da etwa sitzen gebliebene Fasern abgerechnet, ganz nackt. Dies Herausfallen von Fäden wird an einige Zeit macerirten Endocardiumstücken besonders gut beobachtet.

Häufig gewinnt man auch Präparate, aus denen man schliessen könnte, dass eine wirkliche bindegewebige Scheide die Fäden einhüllt. Man sieht wenigstens im Endocardium in kurzem Abstand von den Fäden zu beiden Seiten derselben eine Linie, welche der durch die vorspringenden Randkörner unregelmässigen Begrenzungslinie der Fäden ziemlich parallel läuft. Dabei schickt jene jedesmal an der Scheidegrenze zwischen zwei Randkörnern einen Fortsatz hinein in den Faden, bildet also an diesen Stellen einen einspringenden Winkel.

Auf Querschnitten zeigt sich etwas Aehnliches, oder vielmehr Dasselbe. Eine Linie läuft um den Querschnitt des Fadens herum, in einem gewissen Abstand von ihm, den Contouren der einzelnen Körner fast parallel, indem sie an den Scheidegrenzen der Körner schnell in den Faden eindringt und unter einem spitzen Winkel, fast auf demselben Wege, den sie gekommen, wieder herauszieht, um wieder in dem bezeichneten Abstand den Parallelismus zur Fadenbegrenzungslinie fortzusetzen. Ob man es hier mit einer Scheide zu thun hat, mit einer Scheide für jedes einzelne Korn, lässt sich mit apodiktischer Gewissheit nicht bestimmen. Jedenfalls müsste diese Scheide die Körner im Innern des Fadens fest einhüllen, während sie, wie man aus dem Abstand der oben beschriebenen Linie — also dann ihres optischen Querschnittes — ermessen kann, die Randkörner nur lose umschliesst. Uebrigens sieht man nicht an allen Purkinje'schen Fäden diese Linien. Hier müsste die Scheide auch die Randkörner fest umschliessen. — Durch Zerzupfen eines Stückes Endocardium fallen die Fäden scheinbar nackt heraus. Der hierdurch, und besonders der durch Maceration, wie oben erwähnt wurde, erlangte Abdruck zeigt oft deutlichst die Form der einzelnen Körner durch ähnliche scharfe Linien angegeben. Nach aussen (vom Faden gerechnet) hängt die fragliche Scheide mit dem umgebenden Gewebe durch viele Faserzüge zusammen. Sie selbst ist bindegewebiger Natur. — Das die Fäden umgebende Gewebe besteht aus Bindegewebe, das viele lockige Fibrillen, elastische Faserzüge und Fettzellen enthält, und ungemein reich an Kernen ist. Zuweilen sind kleinere, selbst grössere Maschenräume zwischen den Fäden nur mit Fettgewebe ausgefüllt. Ja es finden sich Purkinje'sche Fäden vollständig nur durch Fettzellen da umgeben, wo ganze Fettklümpchen unter dem Endocardium vorhandene Vertiefungen und Spalten ausfüllen. In den Maschen, besonders in den grösseren, finden sich unter Anderem auch Muskelfasern, welche gewöhnlich in Bündeln, auch einzeln, langgestreckte Maschen bilden, und zu der unter dem Endocardium gelegenen, demselben parallel laufenden Muskelfaserschicht gehören. Sie legen sich auch wohl den Purkinje'schen Fäden selbst an, sind aber sehr leicht

durch ihren gestreckten Verlauf und ihre gesättigtere gelbliche Farbe — sie sind bedeutend weniger hyalin — von den Fäden zu unterscheiden. — Endlich finden sich auch Capillare, welche durch und um die Fäden ein sehr weites Netz bilden.

Während an den Seitenflächen der Körner öfters, finden sich an den Polflächen derselben nur selten Spalten und Lücken. Die Körner liegen in den Fäden neben und über einander. Nebeneinander können die Körner in solcher Anzahl liegen, dass man von eigentlichen Fäden nicht mehr sprechen kann: sie bilden Platten. Es finden sich in letzterem Falle jedoch öfters hier und da Lücken, die den Schluss zulassen, dass man es bei diesen Platten mit dicht nebeneinander liegenden Fäden zu thun habe. Während so die Anzahl der Körner in die Breite nicht beschränkt zu sein scheint, finden sich die Fäden und Platten in die Dicke nur zwei bis drei Körner stark. Dabei finden sich übrigens auch viele sehr schmale und dünne Fäden, viele solche, die nur ein Strang von einzelnen Körnern sind. Hier und da zweigen sich von den Fäden Aeste ab, welche nicht wieder mit anderen anastomosiren, sondern entweder sich verjüngend ziemlich spitz, oder ohne an Körnerzahl wesentlich abzunehmen, plötzlich stumpf enden. Um letztere legt sich die obige bindegewebige Scheide wie ein geschlossener Sack, erstere verlieren sich ohne besondere Scheide im Bindegewebe.

Dies wären die Endigungsweisen, aber mehr von Ausläufern der Purkinje'schen Netze. Abgeschlossen gegen die übrige Herzmuskulatur scheinen letztere nicht. Bei der Durchmusterung grösserer Stücke vom Endocardium stösst man auf viele Stellen, wo die Fäden die Durchsichtigkeit verlieren, wo die Grenzen der Körner sofort als gerade Wände erkannt werden und das ganze Aussehen der Fäden ein der Herzmuskelfaser immer ähnlicheres wird. Dabei erscheinen solche Körner länger und schmäler als die der gewöhnlichen Sorte, und ist es interessant, zu sehen, wie der Uebergang aus der hyalinen Form zu der Herzmuskel ähnlichen ein allmählicher ist. Die Körner des betreffenden Fadens werden immer schmäler, immer mehr in die Länge gezogen, die centrale hyaline Masse nimmt immer mehr ab und die kernartigen Körper sind nicht mehr in allen Körnern zu

erkennen. Das der Muskelfaser des Herzens ähnliche Stück des Purkinje'schen Fadens zeigt schliesslich ganz die Längs- und Querstreifung eines Herzprimitivbündels, hat ähnliches etwas opakes Aussehen, kurz, verhält sich ganz wie ein Primitivbündel, ist nur dicker und bedeutend kürzer. Wenn solche Körner recht lang sind, und nicht im Zusammenhang mit Purkinje'schen Fäden gefunden werden, könnte man glauben, man habe es mit Muskelfasern zu thun, die von Zeit zu Zeit durch senkrechte Scheidewände in einzelne Stücke getheilt sind. — Dass die Beobachtung solcher Fasern nicht auf Täuschungen beruht, darf kaum gesagt werden. Aehnliche Bilder können bewirken: Umbiegungen, Knickungen, Contractionsstellen von Herzmuskelfasern, über oder unter denselben laufende Bindegewebs- oder elastische Fasern, mehrere ungleich lange zusammenliegende Primitivbündel u. s. w.

Soweit die Schilderung der Purkinje'schen Fäden bei den Schafen. Am nächsten stehen ihnen von den Fäden der übrigen Thiere, bei denen ich sie gesehen (s. den ersten Theil dieser Arbeit pag. 254), die von Bos taurus und Sus scrofa. Von einer besonderen hyalinen Axensubstanz ist bei den Purkinje'schen Körnern des Equus caballus kaum etwas zu entdecken; die quergestreifte Muskelsubstanz ist selbst sehr hyalin. Senkrechte Durchschnitte haben ein hyalines körniges Ansehen. Auch bei den Hunden wird die hyaline Axensubstanz seltener beobachtet; die hyalinen Körner sind 2—3 Mal dicker als die der Wiederkäuer. Kernartige Körper fehlen oft, Anser domesticus, Columba palumbus et livia, Phasianus gallus zeigen deutlich längs- und zuweilen brillant quergestreifte Körner, die jedoch zu nur schmalen Fäden aneinandergereiht sind. Die Körner enthalten im Innern nicht immer kernartige Körper und zuweilen etwas körnige Masse, und stehen der dritten Gruppe der Körner von Ovis aries amnächsten.

Ein detaillirtes Eingehen auf die Verhältnisse bei diesen Thieren ist durch die Schilderung der Purkinje'schen Fäden fast unnöthig gemacht, verbietet sich übrigens auch durch die Ausdehnung, die die Abfassung dieser Arbeit bereits genommen. Ich wende mich daher zu der Besprechung der Bedeutung und

der Deutungen der Purkinje'schen Fäden. — Die Dinge, die jeder Beobachter an den Fäden Purkinje's aufgefasst hat, sind:

1) Die Abtheilungen, in die sie bei schwacher Vergrösserung durch dicke dunkle Linien zerlegt erscheinen;

2) Die hyaline Substanz, und in ihr kernartige Körper und körnige Masse innerhalb der Abtheilungen;

3) Eine Zeichnung, die aus Längs- und Querlinien resp. den von diesen gebildeten quadratischen Feldern (Tüpfelchen, Punkten) besteht.

Die Purkinje'sche Ansicht, dass die hyalinen Abtheilungen knorpelig seien, und muskulöse Membranen hätten (s. den ersten Theil), ist von keinem späteren Forscher wieder aufgenommen. Mit Ausnahme der entfernten äusseren Aehnlichkeit, den der Bau der Fäden hat, mit dem Bau des Intervertebralknorpels von manchen Fischen, sowie der Pellucidität lassen sich auch keine Eigenschaften auffinden, die auf Knorpelgewebe deuteten.

Hessling schildert die Structur eines Fadens in seiner übrigens verdienstvollen Arbeit so, dass man dadurch an das Geflecht eines Korbes erinnert wird. Er fasst die hyaline Substanz allein in den Ausdruck „Korn", und lässt diese Körner in den Maschen von sich durchflechtenden Muskelfibrillen stehen. Die Fibrillen liegen nach ihm nur an den Seitenflächen der „Körner". Doch zeichnet er die Seitenflächen seiner Randkörner nackt. Auf den Körnern sieht er zwar Punkte, Quer- und Längsstreifen, doch rechnet er sie mehr als etwas Zufälliges. Seine Ansicht wird durch eine Zeichnung deutlich illustrirt, aus der auch hervorgeht, dass er die bei stärkerer Vergrösserung erkennbaren dunklen Linien (pag. 361) gesehen hat. Die Zwischenmuskelbündel zeichnet er nämlich fast immer durch eine Linie halbirt (s. Fig. 16a). Hessling hat sich daher nicht, wie Aeby meint, durch seinen Präparaten anhaftende Muskelfasern bei Aufstellung seiner muskulösen Zwischenfasern täuschen lassen. — Diese Zwischenfasern existiren nicht. Nach Reichert entstehen sie durch Spiegelung der quergestreiften Seitenwände. Ich habe gegen ihr Vorhandensein weitere Be-

weise aufgesucht (pag. 364 u. 365). Dass Hessling die Längsstreifen über seinen Körnern nicht für wesentlich für die Struktur hält, ist eigenthümlich. Die Existenz jener dritten Art von Körnern bei den Wiederkäuern, sowie das Aussehen der Purkinje'schen Fäden bei anderen Thieren lassen diese Längsstreifen als nothwendig für die Structur erscheinen. — Ueber die Deutung der Fäden äussert sich Hessling nicht mit Entschiedenheit. Nach der Anmerkung zu urtheilen, hält er sie für Stücke Muskelsubstanz, denen etwas Pathologisches anklebt. Dagegen spricht das Vorkommen bei so vielen Thierklassen in allen Lebensaltern. Pathologisch[1]) ist aber doch nur, was am Normalthier sich nicht findet.

Nach Reichert entspricht jeder Abtheilung im Purkinje'schen Faden (meinem Korn) ein „Primitivbündel," das senkrecht zur Endocardiumfläche gestellt ist. Allerdings ist die Richtung der Fibrillen eines Kornes nicht immer die zur Fadenaxe parallele, sondern es kommen auch Körner vor, die verschieden, zuweilen fast senkrecht, zur Oberfläche gestellt sind, was besonders bei Randkörnern der Fall ist. Wenn man nun sich denkt, dass, bei der äusserst hyalinen Beschaffenheit des Bodens überhaupt, die genaue Untersuchung der Fäden besonders häufig auf solche Fäden gefallen ist, kann man sich das Entstehen der Reichert'schen Ansicht wohl erklären. Bei vielen Präparaten, ich erinnere mich besonders eines $^1/_2$jährigen Schafherzens, fand ich Körner, an denen die durch Längs- und Querstreifung gebildeten viereckigen Felder hartnäckig sich als Punkte wie Querschnitte senkrechter Fibrillen darstellten, und erst nach oftmaligem Wechsel der Beleuchtung und nach Anwendung von Reagentien u. s. w. erkannt wurden. Aber ein ähnliches optisches Verhalten lässt sich auch an den quergestreiften Muskelfasern des

1) Auch die Idee, welche die Miescher'schen Schläuche mit den Fäden in pathogenetische Beziehung bringt, wird einfach dadurch widerlegt, dass die Miescher'schen Schläuche nicht bei allen Herzen gefunden werden, die die Purkinje'schen Fäden enthalten, nämlich Hund, Gans, Huhn, Taube.

Herzens und des Körpers beobachten. Erinnert man sich nun, dass man bei den hyalinen Körnern sehr gewöhnlich so einzustellen sucht, dass man einen Hof von Muskelmasse, den künstlichen Querschnitt der Seitenwände, zu sehen bekommt, sieht man die Zeichnung als Punkte, so hat man auch für die anderen Körner eine hyaline Axensubstanz und peripherische senkrecht gestellte Fibrillen. — Als Beweise gegen diese Ansicht führe ich folgende Thatsachen an: 1) Das Gesehenwerden von Längsfaserung auf der ganzen Oberfläche des Kornes (ohne Schwierigkeit an der 2. und 3. Sorte Körner und bei den anderen Thieren zu erkennen), sowie das längsgestreifte Ansehen der Seiten- und der unteren Flächen. 2) Das allerdings nicht häufig gelingende Zerfallen in Längsfibrillen bei gehärteten Präparaten. 3) Dass man auf senkrechten Durchschnitten eines Kornes niemals Fibrillen von der oberen nach der unteren Fläche des Kornes ziehen sieht, sondern entweder einen peripherischen Kranz durchschnittener Fibrillen, oder horizontal an der oberen und unteren Fläche verlaufende [1]) (s. Fig. 11 u. 12). Diese Thatsachen mussten mich daher nothwendig zur Annahme von Längsfibrillen bringen.

Remak hält die Purkinje'schen Fäden für anastomosirende Muskelcylinder, in welche von Stelle zu Stelle gekernte sich berührende Gallertkugeln eingelagert sind, und welche in allen übrigen Eigenschaften den Herzmuskelfasern gleichen. — Man sieht, die Abtheilungen des Fadens würden dadurch einigermassen erklärt. Das Aussehen der Fäden bei genauer Einstellung der hyalinen Massen müsste aber ein ganz anderes sein, da ja die Remak'schen nicht völlige Scheidewände zwischen den Abtheilungen haben. Dass man aber das hyaline Centrum nicht als etwas Besonderes auffassen kann, habe ich bereits bewiesen (s. pag. 363).

Aeby fasst wie Kölliker, Reichert und ich den Faden als aus Abtheilungen — meinen Körnern — zusammengesetzt,

---

1) Nur wenn die Fäden nicht senkrecht zu ihrem Verlauf getroffen werden, kann man auf Durchschnitten Bilder erhalten, welche eine derartige Ansicht rechtfertigen mögen.

auf, und hält die Abtheilungen mit Kölliker für Muskelzellen. Er spricht die Ueberzeugung aus, dass die Purkinje'schen Fäden eine Entwicklungsstufe der Herzmuskelfasern seien. Nun sind allerdings die Purkinje'schen Körner, welche Stücken einer Muskelfaser des Herzens zum Verwechseln ähnlich sehen, wohl geeignet, solche Ansicht zu unterstützen, wie ja auch jeder Beobachter an Derartiges zu denken versucht sein wird. Bis jetzt hat sich mir aber ein Beweis für diese Ansicht nicht gezeigt. Die Herzmuskeln der Embryonen (Schaf, Schwein, Mensch) zeigten mir keine Scheidewände. Da Aeby übrigens für die Herzmuskeln aller Thiere die Entstehung aus den Purkinje'schen Fäden behauptete, so müsste er den Beweis dadurch führen, dass er bei Thieren, die keine Purkinje'schen Fäden zeigen, das Vorkommen letzterer in frühreren Altersperioden nachwies.

Reichert und Remak bringen die Fäden in Beziehung zum Endocardium. Remak meint, die Leistungsfähigkeit des Endocardium solle durch diese Einrichtung herabgesetzt werden, so dass eine vollständige Entleerung der Herzkammern verhindert werden soll. Weshalb, wenn solche Einrichtung nöthig wäre, findet sie sich nicht bei allen Thieren? Und dann sollte der Purkinje'sche Muskel ein Antagonist des Herzmuskels sein können?

Die Benennung Reichert's für den Purkinje'schen Muskel, „Tensor Endocardii", stützt sich darauf, dass die Körner senkrecht zur Endocardiumfläche stehende Muskelbündel sein sollen. — Ob nun die Purkinje'schen Fäden doch zur Funktion des Endocardium in Beziehung stehen, es anspannen oder erschlaffen können, lässt sich wohl vermuthen. Genaue Vergleiche haben gezeigt, dass bei den Thieren, wo keine Fäden, die elastische Faserschicht des Endocardium stärker entwickelt zu nennen ist. Bei der eigenthümlich netzartigen Anordnung des Purkinje'schen Muskels lässt es sich nun wohl denken, dass sie zum besseren Zusammenschnüren des Endocardium während der Contraction dienen mögen. —

In Betreff der Richtung der Fibrillen theilt mein Freund Dr. Max Lehnert eine der meinen ähnliche Auffassung mit

in seiner Dissertatio in auguralis: „De Filamentis Purkinianis“ Berlin, 1866, wenn er auch über andere Punkte anders urtheilt. Da derselbe wohl in deutscher Sprache dieselbe demnächst veröffentlichen wird, habe ich durch eine Besprechung seiner Arbeit nicht vorgreifen wollen.

Was sich aus meinen Untersuchungen ergiebt, ist in Kurzem folgendes:

1) Die Purkinje'schen Fäden habe ich gefunden beim Schaf, Rind, Schwein, Pferd, Hund, Gans, Taube; nicht bei der Katze, beim Menschen, beim Hasen, bei der Maus und beim Frosch.

2) Die Purkinje'schen Fäden finden sich nur zwischen Endocardium und Muskulatur und bilden insgesammt ein sackförmiges Netz von ähnlicher Form als die Herzinnenfläche in den Ventrikeln des Herzens. Sie besitzen eine mässige Dicke (2—3 Körner dick) und unbestimmte Breite, so dass sie sich zu Platten verbreitern können. Sie liegen zur Hauptmasse unter und in der elastischen Faserschicht des Endocardium, in 1 — 2 — 3 getrennten Schichten über einander, so, dass sie stets durch eine verschieden schmale Lage Bindegewebe von den Muskeln getrennt sind.

3) Die Purkinje'schen Fäden enden zum Theil im Endocardium, stumpf oder spitz, oder sie ziehen in die Tiefe zwischen die Muskulatur, oder sie gehen in die Muskelfaser über, ohne dass eine scharfe Grenze zwischen Fäden und betreffender Muskelfaser sich constatiren liesse.

4) Die den Faden zusammensetzenden polyedrisch oder cylindrisch gestalteten Abtheilungen, die sogenannten Körner, stellen kurze cylindrische Muskelbündel dar, deren längster Durchmesser, Axe, in der Fläche des Endocardium liegt, und der Richtung des Fadens folgt.

5) Diese kurzen Muskelfasern bestehen aus sehr hyaliner, quergestreifter Muskelsubstanz, und enthalten häufig hyaline Masse, kernartige Körper und körnige Masse. Letztere Theile können nur ein Minimum betragen, oder auch ganz fehlen.

6) Die Purkinje'schen Fäden liegen in einem lamellösen Gerüst von Bindegewebe. Diese Lamellen zeigen Nichts von Querstreifung.

7) Da das Wort Faden für diese Gebilde ein ganz unbezeichnendes ist, erlaube ich mir dafür den Ausdruck vorzuschlagen „Purkinje'sche Muskelketten. —

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 8. Purkinje'scher Faden, frisch. Schafherz. Hartnack 8. I. Bei einer Einstellung gezeichnet, so dass verschiedene Bilder der Körner (Gruppe I.) je nach deren höherer oder tieferer Lage, entstehen; namentlich erkennt man die scheinbaren Zwischenfasern.

Fig. 9. Purkinje'scher Faden. Schafherz. Chromsäure. Hartnack 4. III. Gruppe II. und III. Schmaler Faden.

Fig. 10. Purkinje'scher Faden. Schafherz. Chromsäure. Hartnack 8. I. Flächenansicht, Gruppe II. und III. Sogenannte Uebergänge in die Herzmuskulatur. In dem einen Korn liegt ein Miescher'scher Schlauch.

Fig. 11. Purkinje'scher Faden. Schweinherz. Chromsäure. Hartnack 8. I. Zur Endocardiumfläche senkrechter Schnitt. Seitenansicht des Fadens. Zwei Körner sind angeschnitten.

Fig. 12 Purkinje'scher Faden. Schafherz. Chromsäure. Hartnack 8. I. Quer durchschnittener Faden. Die einzelnen Abtheilungen entsprechen den Körnern.

Fig. 13. Isolirte Körner. *a*, *b* und *c* Schafherz, frisch. Hartnack 8. 1. *d* Schweinherz. Chromsäure. Hartnack 8. I. Isolirte Körner von der Seite gesehen; eins zerrissen.

Fig. 14. Schafherz, frisch. Hartnack 4. III. Endigungen. a Darstellung der Scheide und der über die Fäden wegziehenden Bindegewebs- und elastischen Fasern. Stumpfe Endigung. *b* Spitze Endigung.

Fig. 15. Schematische Figur, nach einem Präparat entworfen zur Erklärung des Zustandekommens der Zwischenfasern.

Fig. 16. Darstellungen der verschiedenen Ansichten der Autoren.
a Hessling's Auffassung der Fäden — nach seiner Zeichnung.
b Remak's Fäden, im Durchschnitt schematisch gezeichnet.
c Schematische Darstellung der Reichert'schen Auffassung. Senkrechter Durchschnitt der Fäden.
d Schematische Darstellung meiner Auffassung. Aehnlich würden sich die Kölliker'sche und Aeby'sche Ansichten der Fäden darstellen lassen.

Zur Abwehr wider eine in Hrn. Prof. Meissner's physiologischem Bericht enthaltene Bemerkung.

Von

E. Cyon.

(Aus einem Schreiben an Hrn. Prof. E. du Bois-Reymond.)

Leipzig, 29. Juni 1867.

— Unlängst nach Deutschland zurückgekehrt, fand ich in der Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle und Pfeuffer (Bd. XXVII, 2. u. 3. Heft, S. 384 u. f.) ein von Hrn. Prof. Meissner verfasstes Referat meiner Arbeit: „Ueber den Einfluss der hinteren Wurzeln u. s. w." Dieses Referat enthält mehrere aus einem Missverständnisse entstandene unrichtige Angaben, deren Berichtigung für mich um so nothwendiger ist, als dieselbe Arbeit auch nach anderen Seiten hin zu ähnlichen Missverständnissen Veranlassung gegeben hat.

In dem Meissner'schen Referate heisst es unter Anderem: „Die früheren, diese Frage betreffenden Untersuchungen von Harless, welche Cyon gar nicht erwähnt, unterscheiden sich von denen des Verfassers nur darin, dass Harless nicht die vorderen Wurzeln, sondern den gemischten Stamm reizte vor und nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln, und dass Harless nicht mit den wirksamen Inductionsschlägen reizte wie Cyon, sondern mit Schluss und Oeffnung des mittelst Rheostaten abgestuften constanten Stromes. — Die Resultate beider Untersuchungen stimmen überein." — Einige Worte werden genügen, um zu zeigen, dass nicht nur mein Versuchsverfahren ganz von dem Harless'schen verschieden, sondern dass dasselbe auch der Fall mit unseren Resultaten ist, welche in einer Hinsicht sogar als entgegengesetzte bezeichnet werden können.

Was zuerst unsere Resultate anlangt, so glaubte Harless sich aus seinen Versuchen zu dem Schlusse berechtigt, dass vom Rückenmarke aus in centrifugaler Richtung durch die hinteren Wurzeln fortwährend erregende Einflüsse auf die Muskeln oder Endausbreitungen der motorischen Nerven übertragen werden. Meine Versuche im Gegentheil zwangen

mich zu dem Schlusse, dass vermittelst der hinteren Wurzeln im Rückenmarke selbst eine fortdauernde reflectorische Erregung (Tonus) der vorderen Wurzeln stattfinde.

Die Harless'schen Schlüsse sind, wie ich mich durch directe Controlversuche überzeugt habe, irrthümlich, und zwar liegt die Ursache seines Irrthums eben da, wo sein Versuchsverfahren sich von dem meinigen unterscheidet. Harless prüfte nämlich mittels Schluss und Oeffnung einer constanten Kette die Erregbarkeit eines gemischten Nerven vor und nach Durchtrennung der hinteren Wurzeln; nun ist es klar, dass, wenn die von ihm vorausgesetzten erregenden Einflüsse, die vom Rückenmarke aus centrifugal auf die Muskeln und zwar durch Vermittelung der sensiblen Nerven übertragen werden sollten, auch wirklich existirten, Harless mittels seiner Methode deren Wegfall nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln doch nicht beobachten konnte, da er ja bei der Erregbarkeitsprüfung am gemischten Nerven durch gleichzeitige Reizung der sensiblen Fasern diese Einflüsse künstlich ersetzte. Derselbe Einwand gilt gegen seinen Versuch mit Reizung des peripherischen Stumpfes der hinteren Wurzeln mittels Kochsalzes, bei gleichzeitiger elektrischer Erregung des gemischten Nerven. — Die unbedeutenden von Harless beobachteten Erregbarkeitsschwankungen sind wahrscheinlich dem von ihm gebrauchten Rheostaten zuzuschreiben, dessen Unzuverlässigkeit für Messungen der Stromstärke von Ihnen schon längst nachgewiesen wurde.

Die Harless'schen Versuche waren mir bei der Anstellung der meinigen bekannt, und wenn ich mich auf deren Widerlegung in der kurzen Mittheilung meiner Versuche nicht eingelassen habe, so geschah dies hauptsächlich aus Rücksicht gegen diesen erst kürzlich hingeschiedenen Forscher. In einer Arbeit über Tabes dorsalis (Die Lehre von der Tabes dorsualis. Berlin 1867) habe ich mich leider über diese Versuche etwas weitläufiger auslassen müssen, um den bei einigen Neuropathologen wurzelnden Glauben an die Richtigkeit derselben zu erschüttern.

Bei Erwähnung meiner Worte: „Die Orte der nervösen Centren, an welchen die motorischen Nerven durch die sensiblen beeinflusst werden, könnten mehrfache sein," beschuldigt mich Hr. Prof. Meissner der Wortkargheit. Ich glaube durch die von ihm citirten Worte deutlich genug ausgedrückt zu haben, dass meine Versuche mit Durchschneidungen des Rükkenmarkes darauf hinweisen, dass es im Rückenmarke mehrere Stellen geben mag, an welchen die Erregungen von den sensiblen Partieen auf die motorischen Wurzeln übertragen werden. Wollte ich mehr über diesen Gegenstand aussagen, so würde ich mich leicht dem viel gerechtfertigteren Vorwurfe der überflüssigen Geschwätzigkeit ausgesetzt haben.

Ueber die Innervation des Herzens vom Rückenmarke aus.

Von

Dr. M. und Dr. E. Cyon.

Da die Frage über den Einfluss des Rückenmarkes auf die Schlagzahl des Herzens durch die hier mitzutheilenden Untersuchungen einer positiven Lösung entgegengeführt wurde, so halten wir es für nothwendig, in Kurzem das Historische derselben vorauszuschicken und zwar vorzugsweise deswegen, um den Verdiensten der uns auf diesem Gebiete vorausgegangenen Forscher Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Wir werden uns aber damit begnügen müssen, nur die Forscher dieses Jahrhunderts zu erwähnen, da nur in diesem Jahrhundert diese Frage einer experimentellen Untersuchung unterworfen wurde, obgleich die Frage, ob das Rückenmark die Zahl der Herzschläge beeinflussen könne, schon seit Hippokrates und Galen mehrfach von den Aerzten ventilirt wurde. Der Erste, welcher die experimentelle Entscheidung dieser Frage versucht hat, war Le Gallois. Seine Versuche bestanden hauptsächlich in der Eruirung des Einflusses, welchen die Zerstörung verschiedener Rückenmarkspartieen auf die Kraft des Herzschlages auszuüben vermag. Auf die Veränderung in dieser Kraft selbst schloss er aus dem Weiter- und Engerwerden der Gefässe, aus der Stärke der Blutung durchschnittener Gefässe und aus der Farbe des Blutes. Durch eine grosse Reihe solcher Versuche, welche ergaben, dass eine Zerstörung des Rückenmarkes ein ziemlich schnelles Absterben des Herzens veran-

lasste, glaubte sich Le Gallois zu dem Schlusse berechtigt, dass das Herz das Princip seiner Thätigkeit aus dem Rückenmarke erhalte. Die Mängel seiner übrigens sehr geistreichen Versuche sind leicht einzusehen. Abgesehen von seiner Unkenntniss der Vaguswirkung sind seine Versuche auch darum nicht beweisend, weil er an den Veränderungen des Kreislaufes die Veränderungen der Herzkraft studiren wollte. Merkwürdig genug, dass bis auf uns kein einziger Forscher, welcher die Abhängigkeit des Herzens vom Rückenmarke beweisen wollte, dem ebenerwähnten Fehler entgangen ist, welcher auch die Klippe war, an der sämmtliche Bemühungen zur Lösung dieser Frage immer scheiterten. Ungeachtet der Fehler in den Versuchsmethoden Le Gallois' hat doch seine Arbeit das unzweifelhafte Verdienst, die seit Haller bei den Aerzten vorherrschende Ueberzeugung von der vollständigen Unabhängigkeit der Herzthätigkeit vom Centralnervensystem erschüttert zu haben. Nach dem Bekanntwerden der Le Gallois'schen Versuche theilten sich die Aerzte in zwei Lager; die meisten stellten sich dabei auf die Seite von Le Gallois, während die Uebrigen die Sache weder in dem Le Gallois'schen noch Haller'schen Sinne für vollständig entschieden hielten. Am heftigsten wurde des Ersteren Ansicht von Wilson Philipp angegriffen; er stellte den Versuchen von Le Gallois andere gegenüber, deren Ergebnisse aber nach unserem jetzigen Wissen unmöglich der Art sein konnten, wie sie Wilson Philipp mitgetheilt hat. Er behauptete nämlich, bei Thieren durch Exstirpation des Gehirns und Rückenmarks und bei Einleitung künstlicher Respiration weder im Kreislauf noch in den Herzbewegungen eine Alteration veranlasst zu haben!! Später stellte er noch Versuche mit chemischer Reizung des Rückenmarkes an; bei Anwendung der einen Art chemischer Reizmittel beobachtete er einen beschleunigenden, bei anderen aber einen verlangsamenden Einfluss auf den Herzschlag. Durch diese Versuche gelangte er also zu denselben Schlüssen wie Le Gallois. Sein ganzer Angriff auf den Letzteren schien also nur darauf berechnet zu sein, diesem sein Verdienst um die Lösung dieser Frage zu rauben und sich dasselbe anzueignen. Ein ähnlicher Angriff auch

gegen Le Gallois wurde unlängst auch von anderer Seite und zwar von Professor v. Bezold ausgeführt. In seinem Buche über die Innervation des Herzens tadelt er mit einer grenzenlosen Heftigkeit die Versuche von Le Gallois; er versteigt sich in dieser Heftigkeit so weit, die Commission der Pariser Akademie (bestehend aus v. Humboldt, Percy und Hallé), welche, mit der Controle der Le Gallois'schen Versuche beauftragt, dieselben bestätigt und belobt hat, für „kopflos" zu erklären. Dagegen citirt er mit besonderer Vorliebe uud Ausführlichkeit die Einwände Wilson Philipp's gegen Le Gallois, die, wie wir gesehen haben, unmöglich richtig sein konnten, und wenn sie richtig wären, noch mehr gegen seine eigenen als gegen jene Versuche sprechen würden. Wie wir unten sehen werden, sind nicht nur die v. Bezold'schen Versuche fehlerhafter als die Le Gallois'schen, sondern auch seine Schlüsse, wenn auch im Allgemeinen mit den Le Gallois'schen übereinstimmend, so doch in der Auffassung unrichtiger.

Um zu Wilson Philipp zurückzukehren, so muss man ihm doch das Verdienst lassen, dass er zuerst zur Entscheidung der Frage über den Einfluss des Rückenmarks auf die Herzbewegungen Reizungen des Rückenmarks machte. Von den aus damaliger Zeit experimentell begründeten Ansichten über diese Frage sind noch die von Flourens, die auch von Le Gallois getheilt wurden, von besonderem Interesse. Flourens gelangte nämlich durch seine Versuche zu dem Schlusse, dass das Rückenmark einen doppelten Einfluss auf den Kreislauf ausübe, einen allgemeinen durch das Herz und einen besonderen auf die verschiedenen Gebiete des Kreislaufes, die von besonderen Partieen des Rückenmarks beherrscht werden. Wir werden unten sehen, dass diese Auffassung in ihren Grundzügen die richtige ist.

Seit den Versuchen von Le Gallois und Wilson Philipp waren, wie gesagt, die Ansichten der Physiologen über diese Frage getheilt. Die Meisten waren der Ansicht, dass das Rückenmark und der Sympathicus einen directen Einfluss auf das Herz auszuüben vermögen, und zwar sollte nach denselben

dieser Einfluss darin bestehen, dass der Halssympathicus motorische Impulse vom Rückenmarke auf das Herz übertrage.

In der letzten Zeit hat v. Bezold eine grössere Reihe von Versuchen angestellt, die die Innervation des Herzens zum Gegenstande hatten. Wir wollen uns nur mit denjenigen derselben beschäftigen, die in directer Beziehung zu unserer Frage stehen. Die irrthümlichen Schlüsse, welche v. Bezold aus der Reizung des Halssympathicus auf den motorischen Einfluss dieses Nerven auf das Herz zog, finden ihre Erklärung hauptsächlich darin, dass er bei der Reizung des Sympathicus einen anderen Nerven mitgereizt hat, dessen Reizung am centralen Ende, wie Ludwig und E. Cyon gefunden haben (Sitzungsberichte der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, 30. October 1866), ein Sinken des Druckes in den grossen Gefässen und eine Verlangsamung der Herzschläge hervorruft. Reizung des Halssympathicus allein hat, wie schon Ludwig angegeben hat, keinen Einfluss auf die Zahl der Herzschläge.

Durch eine zweite Reihe von Reizversuchen am Rückenmarke selbst glaubte sich v. Bezold zu dem Schlusse berechtigt, dass im Rückenmarke sich ein excitomotorisches Centrum für das Herz befinde. Die Beobachtungen, auf die er vorzugsweise seinen Schluss gründet, sind: 1) Beschleunigung der Herzschläge gleichzeitig mit enormer Erhöhung des Blutdrucks bei Reizung des Cervicaltheiles des Rückenmarkes und 2) Sinken des Blutdrucks und der Schlagzahl bei Durchschneidung des Rückenmarkes in der Höhe des Atlas. Eine wenn auch geringere Beschleunigung der Herzschläge beobachtete v. Bezold auch bei Reizung anderer Rückenmarkspartieen. v. Bezold gelangt also zu denselben Resultaten, wie Le Gallois. Der Unterschied in den verschiedenen Versuchsmethoden dieser beiden Forscher bestand nur darin, dass v. Bezold die Messung des Blutdrucks am Manometer gemacht hat, während Le Gallois auf die Schwankung des Blutdrucks aus der Stärke der Blutung an amputirten Gliedern schloss. Insofern auch v. Bezold bei seinen Versuchen aus der Erhöhung des Blutdruckes auf die Zunahme der motorischen Kraft des Herzens schloss, beging er denselben Fehler, den wir oben bei Le

Gallois gerügt haben. Er befindet sich in dieser Hinsicht noch insofern im Nachtheil gegen Le Gallois, als er doch genaue Messungen der Veränderung des Blutdruckes bei Reizung des Rückenmarkes machte. Das blosse Ansehen der Curve, die die colossale Steigerung des Blutdruckes bei Reizung des Rückenmarkes darstellt, sollte schon genügen, jeden unbefangenen Forscher davon zu überzeugen, dass diese Veränderung unmöglich von einer Zunahme der Herzkraft abhängig sein könne. Durch die blosse Anwendung des Manometers hat also v. Bezold die Le Gallois'schen Resultate nicht nur nicht näher begründet, sondern dieselben im Gegentheil an Wahrscheinlichkeit noch Einbusse erleiden lassen. Um so ungerechtfertigter erscheinen seine Angriffe gegen Le Gallois, und um so weniger hat er das Recht, sich selbst als den Entdecker des vermeintlichen Einflusses, der vom Rückenmarke auf das Herz ausgeübt wird, zu geriren. Wenn bei einer Thatsache, wie die vorliegende, welche schon seit Jahrtausenden angenommen und wieder bestritten worden ist, von einer Entdeckung derselben überhaupt die Rede sein könnte, so würde die Ehre derselben Le Gallois gehören und von allen Forschern am wenigsten Herrn v. Bezold. Das Vorhandensein dieses Einflusses hat keiner von Beiden, überhaupt Niemand bis auf uns nachgewiesen.

Wie zu erwarten, haben sich sogleich nach dem Erscheinen der Bezold'schen Arbeit Einwände gegen dieselbe und zwar wegen des erwähnten Fehlers erhoben. In einer Reihe höchst geistreicher Versuche wiesen Ludwig und Thiry[1]) nach, dass die Beschleunigung der Herzschläge, die v. Bezold bei der Reizung des Rückenmarkes beobachtet hat, ihren Grund in der bei dieser Reizung eintretenden Druckerhöhung, als Folge der Contraction der kleinen Gefässe, haben kann. Nach diesen Forsehern war in den erwähnten Versuchen die Druckerhöhung in den grossen Gefässen nur Folge der Reizung des Gefässnervensystems im Rückenmarke. Die Beschleunigung der Schlagzahl war ihrer Ansicht nach nur die Reaction des

---

1) Ludwig und Thiry, Wiener Sitzungsberichte, 49. Bd. 1864.

Herzens auf die Vergrösserung des Widerstandes im Kreislauf. Ludwig und Thiry stützten diese Ansicht darauf, dass sie bei Reizung des Rückenmarkes auch dann noch dieselbe Beschleunigung der Herzschläge und Erhöhung des Blutdruckes beobachteten, wenn sie vorher auf galvanokaustischem Wege die vom Rückenmarke ausgehenden Herznerven zerstört hatten, oder wenn sie die Widerstände im Kreislauf durch Zuklemmen der Aorta abdominalis hervorriefen. Durch diese glänzende Widerlegung der v. Bezold'schen Arbeit, von deren Richtigkeit sich v. Bezold persönlich in Wien überzeugt hat, wurde das Vorhandensein von einem motorischen Rückenmarkscentrum für die Herzbewegungen unwahrscheinlicher als je zuvor, und das um so mehr, als die Einwände Ludwig's und Thiry's auch auf die Versuche von Le Gallois und Wilson Philipp Bezug haben konnten. Obgleich Ludwig und Thiry in einigen Fällen von Reizung des Rückenmarkes nach vorheriger Zerstörung der Herznerven trotz der bedeutenden Drucksteigerung auch eine Verlangsamung der Herzschläge beobachtet haben und ausdrücklich bei der Auseinandersetzung dieser selteneren Fälle die Frage offen liessen, ob nicht ausser der Drucksteigerung noch andere Einflüsse bei Reizung des Rückenmarkes beschleunigend auf das Herz einwirken könnten, so ist doch dieser Frage bis jetzt keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt worden, und zwar aus zwei Gründen: 1) weil eine directe Reizung der betreffenden Herznerven ihrer anatomischen Lage wegen die grössten Schwierigkeiten darbieten musste, und 2) weil keine Möglichkeit da war, bei Reizung des Rückenmarkes dessen Wirkung auf das Gefässsystem auszuschliessen.

In letzterer Zeit hat sich Herr Pokrowsky insofern gegen diese Angaben von Ludwig und Thiry ausgesprochen, als er vorgab, bei der Druckerhöhung in Folge von Zuklemmen der Aorta immer eine Verlangsamung der Herzschläge, bei Reizung des Rückenmarks dagegen immer eine Beschleunigung beobachtet zu haben. Die Unrichtigkeit der ersten Angabe von Pokrowsky, welche wahrscheinlich dadurch entstanden ist, dass er meistens an nicht mit Curare vergifteten Thieren

experimentirte, nahm auch der zweiten ihre Beweiskraft vollständig weg.

Da es von grossem Interesse war, die oben erwähnte, von Ludwig und Thiry offen gelassene Frage einer Entscheidung entgegen zu führen, so unternahmen wir in dem Laboratorium des Herrn Prof. du Bois-Reymond zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen. Wir ergreifen hierbei gerne die Gelegenheit, dem Herrn Prof. du Bois-Reymond dafür unseren Dank auszusprechen. Einige neue Thatsachen, die über die Innervation des Herzens und der Gefässe in dem Zwischenraume zwischen den Ludwig-Thiry'schen und unseren Arbeiten gewonnen wurden, bekräftigten die Hoffnung auf die Möglichkeit einer solchen Entscheidung. Unter diesen Thatsachen waren vorzugsweise zwei dazu angethan, ein neues Licht auf die uns interessirende Frage zu werfen. Ludwig und E. Cyon haben einen neuen Herznerven auf seine Functionen untersucht und in demselben einen Regulator des Blutdruckes gefunden. Dieser Nerv, ein gleich unter dem Abgange des Laryngeus superior abtretender Zweig des Vagus, verläuft gewöhnlich in einer gemeinschaftlichen Scheide mit dem Halssympathicus bis zum letzten Halsganglion und tritt von da an ganz getrennt von den übrigen Herznerven zum Herzen. Die Reizung dieses sensiblen Herznerven am centralen Stumpfe bewirkt ein Sinken des Blutdruckes in den grossen Gefässen und eine Verlangsamung der Herzschläge; das Sinken des Blutdruckes in diesem Falle hängt von einer Aufhebung des Tonus der kleinen Gefässe, die Verlangsamung der Herzschläge von einer centralen Erregung der Vagi ab. Der Gedanke lag nahe, dass die Kenntniss der Function dieses Nerven dazu beitragen konnte, die Widersprüche, welche über den Einfluss des erhöhten Blutdruckes auf die Schlagzahl existirten, zu lösen.

Die zweite Thatsache, die von entscheidendem Einflusse auf die Lösung der vorliegenden Frage war, ist die von denselben Forschern gefundene, dass die Nervi splanchnici die Hauptgefässnerven des thierischen Organismus sind. Da wir die Kenntniss dieser Thatsache zur Lösung unserer Frage benutzten, und derselben auch das Gelingen unserer Versuche

verdanken, so halten wir es für nothwendig, wörtlich die Angaben von Ludwig und E. Cyon über die Function dieser Nerven hier anzuführen und das um so mehr, als sie dazu dienen werden, die unten mitzutheilenden Veränderungen des Blutdruckes bei Eröffnung der Bauchhöhle und Durchschneidung der Splanchnici verständlich zu machen.

„Unmittelbar nachdem die Bauchhöhle an dem sonst unverwundeten Thiere durch einen ausgiebigen Schnitt in der Linea alba eröffnet war, steigt der Blutdruck in der Arteria carotis sehr beträchtlich empor und zugleich werden die Pulsschläge seltener. Diese Erhöhung des Blutdruckes ist jedoch nur vorübergehend; allmählich sinkt er ab, wenn die Bauchhöhle offen bleibt, und erreicht dann öfter einen Werth, welcher unterhalb des normalen ist. Dieses Absinken wird sehr beschleunigt, wenn man gleich nach Eröffnung der Unterleibshöhle einen der beiden Nervi splanchnici durchschneidet. Nach dieser Operation sinkt der Druck um 30—50 Mm. unter den normalen. Fügt man darauf zur Verletzung des erstern auch noch die des zweiten Nervus splanchnicus, so sinkt der Druck zwar noch weiter herab, aber in viel geringerem Maasse, als nach der Dissection des ersten Nerven, es beträgt nämlich die zweite Senkung nur noch 8—10 Mm.

Nimmt man dagegen, nachdem das Absinken des Druckes in Folge der Durchschneidung des einen Splanchnicus eingetreten ist, den peripherischen Stumpf des durchschnittenen Nerven zwischen die tetanisirenden Poldrähte, so steigt der Druck rasch und bedeutend empor und erlangt eine grössere Höhe, als sie vor der Durchschneidung des Nerven bestand. Dieses geschieht jedoch nur dann, wenn man den peripherischen Stumpf des durchschnittenen Nerven erregt.“ [1])

---

1) Nachdem in unserer vorläufigen Mittheilung über diese Arbeit, in Nr. 51 des Centralblattes, diese Wirkung der Splanchnici beiläufig mitgetheilt worden war, veröffentlichte v. Bezold in Nr. 53 derselben Zeitschrift einige Versuche über die Wirkung der Nervi splanchnici auf den Blutdruck, welche in den Resultaten mit den oben von mir und Ludwig mitgetheiten fast vollständig identisch sind. v. Bezold behauptet in der Mittheilung, dass er seine Resultate, ohne von

Wie wir oben gesehen haben, scheiterten die Versuche, die uns interessirende Frage zu entscheiden, daran, dass die bei Reizungen resp. Zerschneidungen und Zerstörungen des Rückenmarkes eintretenden Veränderungen im Kreislauf schon an sich so bedeutende Aenderungen in der Schlagzahl selbst bedingten, dass man nicht im Stande war, zu entscheiden, ob nicht ausserdem noch das Rückenmark einen directen Einfluss auf die Schlagzahl auszuüben im Stande sei. Die Lösung der betreffenden Frage würde also bedeutend erleichtert werden, wenn es gelänge, bei den Versuchen über das Rückenmark die Einwirkung auf das Gefässnervensystem auszuschliessen. Wenn auch zur Feststellung der Existenz motorischer Herznerven directe Reizung dieser Nerven vorgenommen werden musste, so musste doch noch vorher bestimmt werden, ob das Rückenmark überhaupt einen Einfluss auf die Schlagzahl auszuüben vermag, da eine negative Beantwortung dieser Frage den directen Reizversuchen der Herznerven eine andere Richtung geben resp. deren Bedeutung bedeutend vermindern konnte. Unsere Hoffnung, bei Reizung des Rückenmarkes die Veränderungen im Kreislauf zu eliminiren, stützte sich auf die oben auseinandergesetzte Function der Nervi splanchnici. Man konnte voraussetzen, dass nach Durchtrennung dieser Nerven Reizung des

---

den unsrigen Kenntniss zu haben, Mitte October vorigen Jahres erhalten habe. Für das Geschichtliche dieser Frage wird es nicht uninteressant sein, zu bemerken, dass die Versuche, welche ich mi Ludwig über dieselbe angestellt habe, schon im Juli desselben Jahres zum Abschlusse gelangt waren. Zwar hat v. Bezold schon früher versucht, die Wirkung der Splanchnici auf den Blutdruck festzustellen, aber seine Versuche misslangen ihm, weil er, wie er behauptet, von der Bauchhöhle aus die Wirkung dieser Nerven eruiren wollte. Aus den oben angeführten Worten ersieht man, dass wir auch von der Bauchhöhle aus durch Reizung und Durchschneidung der Splanchnici zu dem erwähnten Resultate kamen. Die Angabe v. Bezold's, dass man bei Durchschneidung der Splanchnici gleichzeitig mit dem Sinken des Blutdruckes eine Beschleunigung der Herzschläge beobachtete, können wir nicht bestätigen, da wir gerade das Gegentheil davon sahen. E. Cyon.

Rückenmarks nicht mehr im Stande sein wird, irgend welche bedeutende Veränderungen des Blutdruckes (ausser etwa durch Vermittelung der Herznerven) auszuüben.

Ehe wir aber zur Reizung des Rückenmarkes bei durchschnittenen Splanchnicis übergehen konnten, war es nothwendig, den Widerspruch zwischen den Ludwig-Thiry'schen Angaben und denen Marey's und Pokrowsky's über den Einfluss der Drucksteigerung auf die Schlagzahl des Herzens zu beseitigen. Wir unternahmen daher eine Reihe von Versuchen über den Einfluss der Druckerhöhung auf die Zahl der Herzschläge, wobei wir die Druckerhöhung durch Zuklemmen der Aorta abdominalis vor Abgang der Nierenarterie bewirkten. Zur Messung des Blutdruckes gebrauchten wir ein Ludwig'sches Manometer, das von dem gewöhnlich gebrauchen etwas abwich. Wir modificirten nämlich das von Sauerwald angefertigte Manometer insofern, als wir das Metallstück mit dem Tförmigen Hahn, welches sich bei diesem Manometer am Anfange des Bleirohres befindet, an das Ende desselben anbrachten und zwar so, dass es gleichzeitig zur Befestigung dieser Röhre an das Glasmanometer diente. Die in der Röhre befindliche Oeffnung, die zur Austreibung der Luft dient und mit einem Messingknöpfchen verschlossen wird, wurde weggelassen, und durch eine im Hahne selbst befindliche ersetzt. Durch diese Vereinfachung wurde nicht nur der Preis des Manometers nicht unbedeutend erniedrigt, sondern auch dessen Anwendung erleichtert. So ist z. B. die Füllung des Manometers viel vereinfacht worden und auch das unbequeme Herabsinken des Anfangs des Bleirohres in Folge des schweren Ansatzes vollständig beseitigt. Als Schwimmer gebrauchten wir feine Thermometerröhrchen mit an ihrem Ende angeschmolzenen Kügelchen; zum Curvenzeichnen wurde eine feine Feder aus Hartgummi, so wie deren Ludwig aus Glas und Horn braucht, benutzt. Die Zählung der Herzschläge geschah ausser mittelst des Manometers auch mit Hülfe der Middeldorpf'-Nadel und des König'schen Stethoskops. In den entscheidenden Versuchen ist diese Zählung von Beiden von uns nach ein-

ander vorgenommen worden. Wir halten es daher für überflüssig, die Eigenschaften unseres Manometers hier näher anzugeben. Sämmtliche Versuche sind an mit Curare vergifteten Kaninchen angestellt worden.

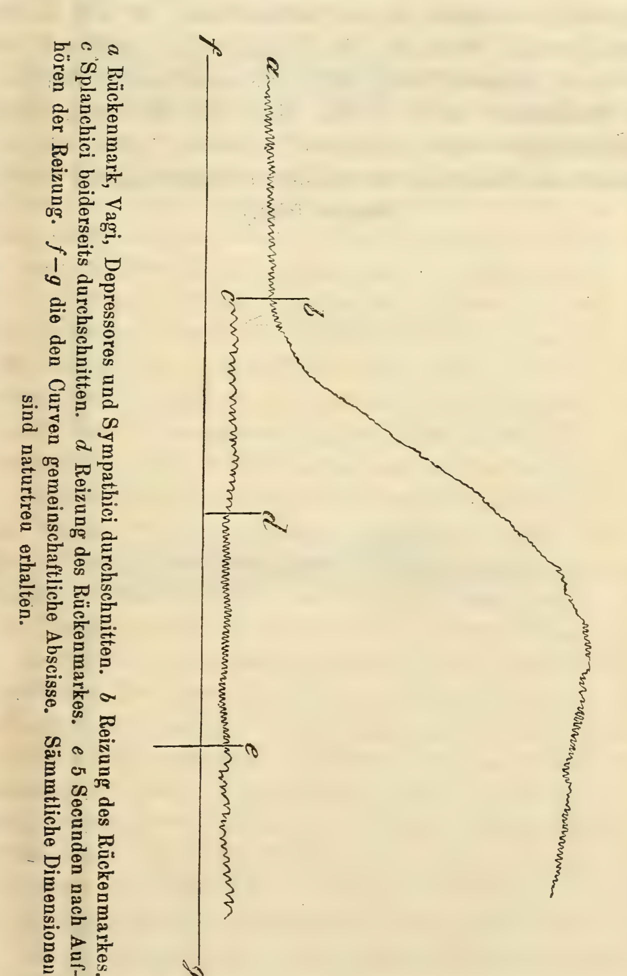
In der überwiegenden Mehrzahl der Versuche, die wir mit Zuklemmen der Aorta angestellt haben, beobachteten wir bei der Erhöhung des Druckes eine Beschleunigung der Schlagzahl. Ein constantes Verhältniss zwischen der Höhe des Blutdruckes und der Beschleunigung der Schlagzahl konnten wir aber nicht beobachten, indem die Reaction des Herzens auf die Steigerung des Druckes bei den verschiedenen Thieren verschiedene quantitative Resultate liefert. Uebrigens ist die Zahl unserer Beobachtungen bei demselben Thiere (und nur solche können die Frage entscheiden) zu unbedeutend, um definitiv die Frage wegen des constanten Verhältnisses entscheiden zu können.

In seltneren Fällen tritt auch bei Erhöhung des Druckes eine Verlangsamung oder wenigstens Gleichbleiben der Schlagzahl ein, ohne dass sich der nähere Grund der verschiedenartigen Action des Herzens angeben liesse. Von der Voraussetzung ausgehend, dass die Verlangsamung vielleicht ihren Grund in der peripherischen Erregung der Depressores oder in der centralen der Vagi habe, stellten wir Versuche mit Durchschneidung dieser Nerven an. Da die verlangsamende Function der Depressores mit der Durchschneidung der Vagi wegfällt, so genügte die Durchschneidung der Vagi allein, um jene beiden Möglichkeiten auszuschliessen. Die Versuche I. und II., sowie mehrere gleichlautende schienen eine Bestätigung der gemachten Voraussetzung zu liefern, indem bei ihnen die Verlangsamung der Schlagzahl bei Erhöhung des Drucks sich nach Durchschneidung der Vagi und Depressores in eine Beschleunigung umwandelte. Diesen Fällen gegenüber haben wir aber mehrere andere beobachtet, in denen trotz der Durchschneidung dieser Nerven eine Verlangsamung der Herzschläge auf erhöhten Druck eingetreten war. Unlängst veröffentlichte Bernstein einige Versuche, welche die Abhängigkeit der Verlangsamung der Schlagzahl bei Druckerhöhung von einer centralen Erregung der Vagi darthun sollten. Dieser Irrthum Bern-

stein's wird nur durch die zu kleine Zahl der von ihm gegemachten Beobachtungen zu erklären sein. — In den drei Versuchen VI., VII und VIII., wo sämmtliche Herznerven zerstört, und wo die beiden Nervi splanchnici durchtrennt wurden, erhielten wir bei Zuklemmen der Aorta entweder ein Gleichbleiben oder eine Verlangsamung der Schlagzahl. Freilich kann man nicht behanpten, dass in diesen drei Fällen nicht zufällig auch vor der Durchschneidung der Herznerven eine Verlangsamung der Schlagzahl auf eine starke Druckerhöhung eingetreten wäre. Jedenfalls wäre es aber von Belang, den Einfluss der Druckerhöhungen auf die Schlagzahl vor und nach der Durchschneidung der aus dem Rückenmarke austretenden Herznerven weiter zu untersuchen. Wir haben dies jetzt unterlassen, weil die Erklärung der in seltneren Fällen von Druckerhöhung eintretenden Verlangsamung der Herzschläge nicht in das Bereich unserer vorliegenden Untersuchung gehört. Für uns war es nur von Wichtigkeit, festzustellen, dass die von Ludwig und Thiry gegebene Erklärung der v. Bezold'schen Versuche ihre volle Berechtigung hatte. Wir konnten daher zur Entscheidung der Frage übergehen, ob bei Reizung des Rückenmarks nicht noch andere Factoren als die Blutdrucksteigerung Beschleunigung der Schlagzahl bewirken können.

Wie schon oben gesagt, stützte sich die Hoffnung, bei Reizung des Rückenmarkes die vom Gefässnervensysteme abhängigen Veränderungen des Blutdruckes auszuschliessen, auf die Möglichkeit, mittelst Durchschneidung der Splanchnici und Halssympathici den Einfluss des Rückenmarkes auf die Gefässe zu beseitigen. Wir unternahmen daher eine Reihe von Versuchen mit Reizung des Rückenmarkes vor und nach Durchtrennung der Splanchnici. Sämmtliche Versuche wurden an mit Curare vergifteten Thieren angestellt. Die Vagi, Depressores und Halssympathici wurden noch vor der Durchschneidung des Rückenmarkes durchtrennt. Solche Versuche sind beispielsweise III., IV. und V. Wie aus diesen Versuchen ersichtlich, hat die Durchschneidung des Rückenmarkes in der Höhe des Atlas ein Sinken des Druckes zur Folge, verbunden mit einer Verlangsamung der Schlagzahl. Elektrische Reizung des Cervical-

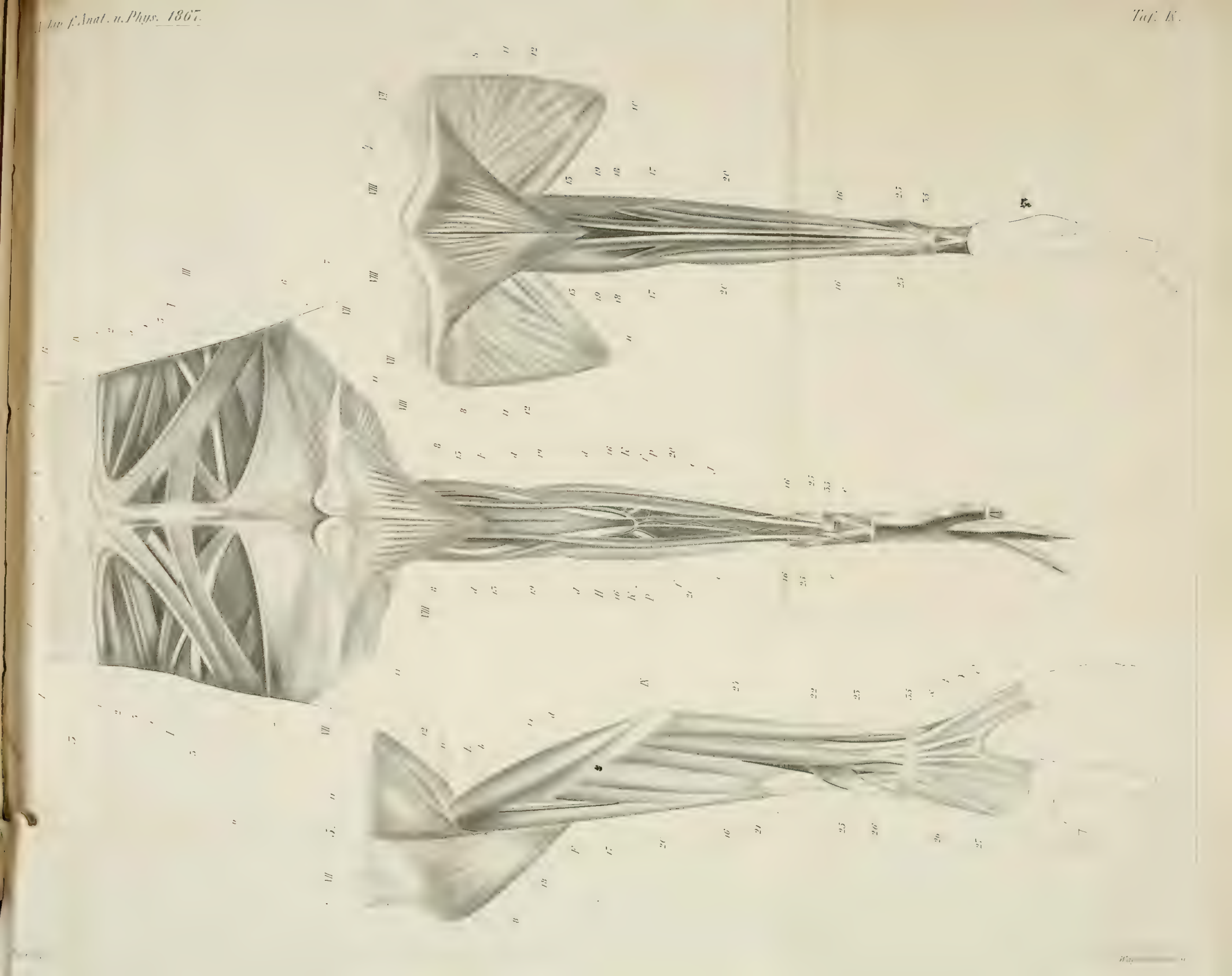
theiles des Rückenmarkes veranlasst, wie bekannt, eine bedeutende Steigerung des Blutdruckes mit entsprechender Beschleunigung der Herzschläge, und zwar erreichen diese beiden Grössen einen höheren Werth, als sie vor der Durchschneidung des Rückenmarks hatten. Werden nun, nachdem der Blutdruck und die Schlagzahl nach Aufhören der Reizung den ihnen nach



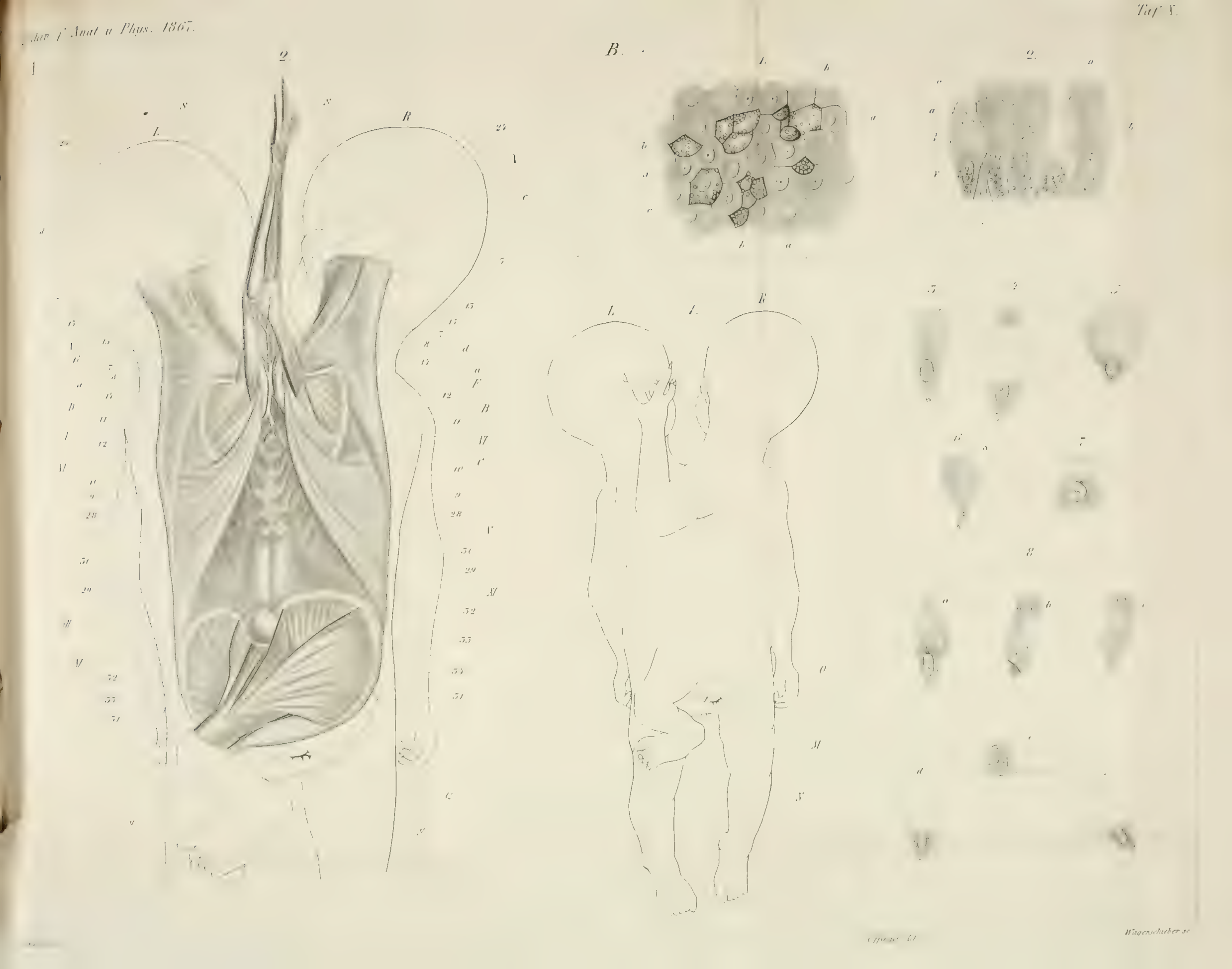
a Rückenmark, Vagi, Depressores und Sympathici durchschnitten. *b* Reizung des Rückenmarkes. *c* Splanchici beiderseits durchschnitten. *d* Reizung des Rückenmarkes. *e* 5 Secunden nach Aufhören der Reizung. *f*–*g* die den Curven gemeinschaftliche Abscisse. Sämmtliche Dimensionen sind naturtreu erhalten.

Durchschneidung des Rückenmarkes zukommenden Werth wieder erlangt haben, beide Nervi splanchnici durchschnitten, so nimmt der Blutdruck noch um 10—20 Mm. ab und gleichzeitig vermindert sich auch die Zahl der Herzschläge. Wird nun das Rückenmark gereizt, so tritt beim Beginn der Reizung keine Erhöhung des Blutdruckes mehr ein; die Zahl der Herzschläge aber erhöht sich noch um ein Beträchtliches, oft fast bis zur Verdoppelung. Setzt man die Reizung lange anhaltend fort, so tritt in seltneren Fällen noch eine unbedeutende Erhöhung des Blutdruckes um 2—5 Mm. ein. Um die beschriebenen Veränderungen recht anschaulich zu machen, geben wir umstehend eine Zeichnung der denselben entsprechenden Curven.

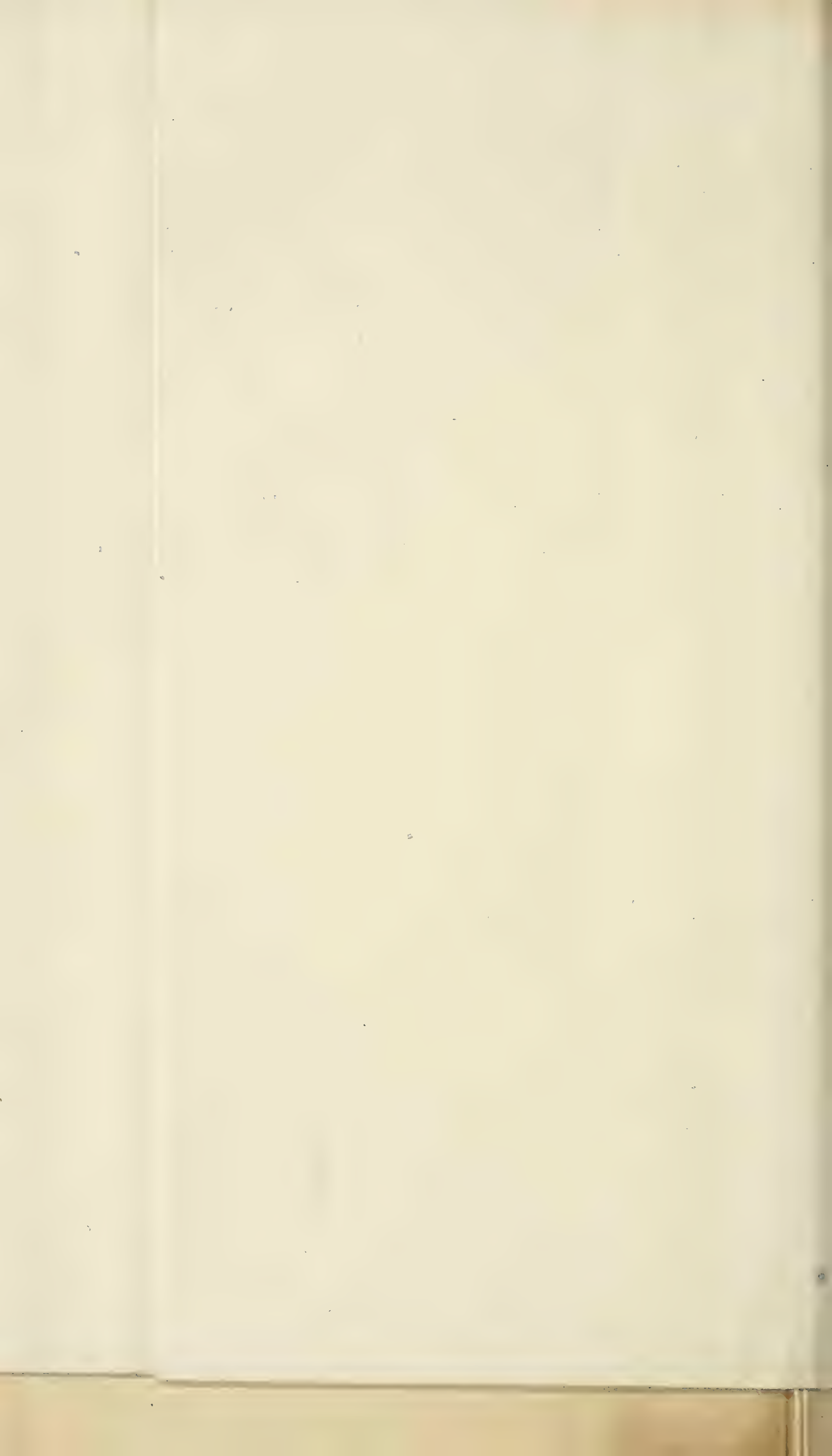
(Schluss folgt.)



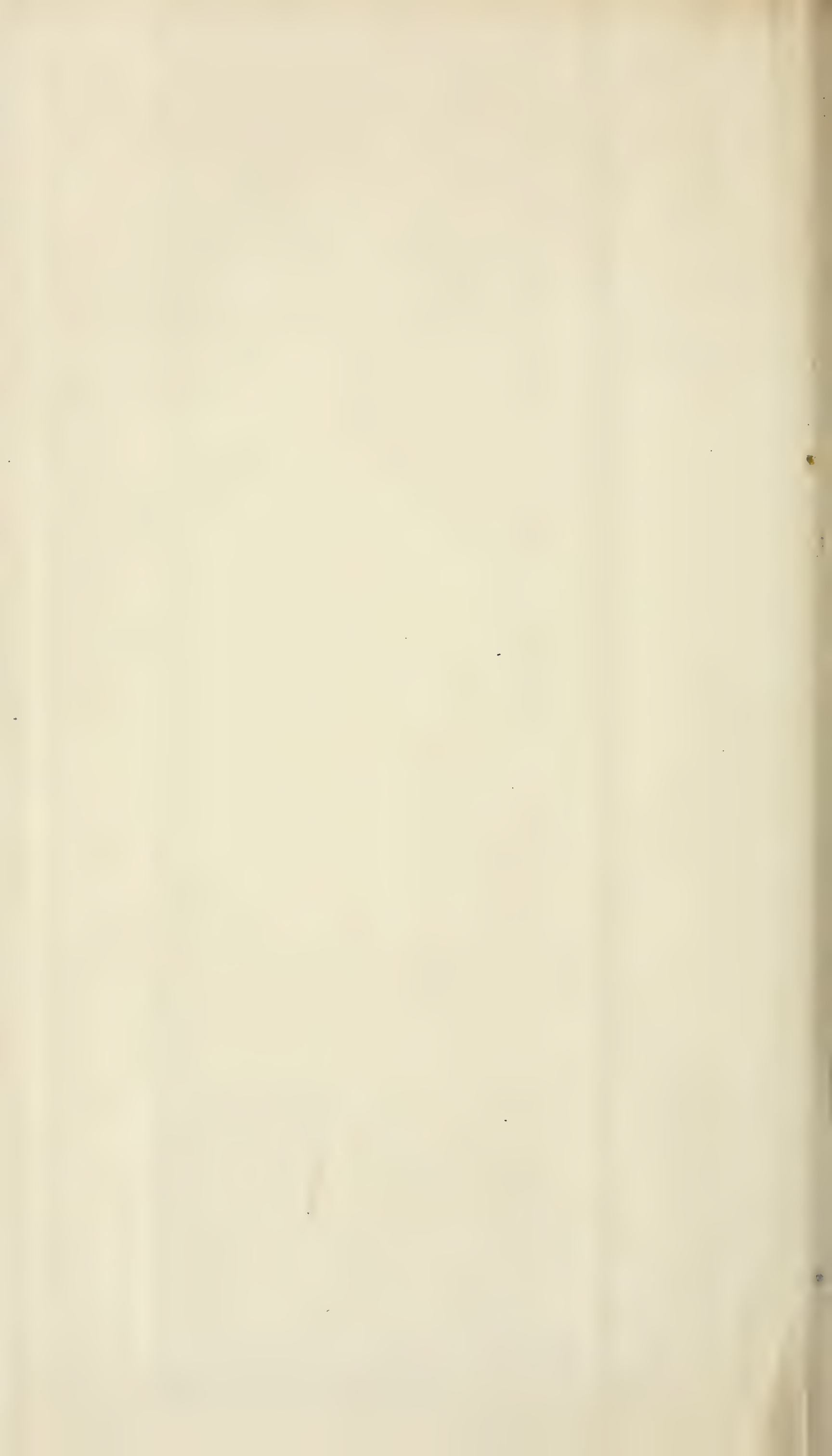




Wagenschieber sc.




8
11.
9.
10.
12.
a
14.
b
13.
c
d
15.
16.
a
b
d



Ueber die Innervation des Herzens vom Rückenmarke aus.

Von

Dr. M. und Dr. E. Cyon.

(Schluss.)

Wie aus der durch Reizung des Rückenmarkes bei durchschnittenen Splanchnici eintretenden Beschleunigung der Schlagzahl ohne Druckerhöhung ersichtlich, kann das Rückenmark auch unabhängig von der Druckerhöhung beschleunigend in die Schlagzahl eingreifen. Die bei fortdauernder Reizung des Rückenmarkes in seltneren Fällen eintretende unbedeutende Druckerhöhung kann selbstverständlich nicht als veranlassende Ursache dieser Beschleunigung betrachtet werden, denn 1) tritt diese Beschleunigung auch ohne jede Druckerhöhung und vor einer solchen ein und 2) steht die Stärke der Beschleunigung in gar keinem Verhältnisse zur Höhe der Blutdruckveränderung. So z. B. ist in dem Versuche IV. der Blutdruck bei längerer Reizung von 10 auf 11 Mm. gestiegen, die Steigerung der Schlagzahl aber betrug vor und während dieser Erhöhung 20 Herzschläge in 15 Secunden (von 48 auf 48). Im dritten Versuche stieg der Druck von 10 auf 12 Mm. und die Schlagzahl von 27,5 auf 43,5 in 15 Secunden. Was den Grund dieser Drucksteigerung betrifft, so ist schon aus diesen Versuchen im höchsten Grade wahrscheinlich, dass dieselbe ganz unabhängig von der Beschleunigung der Schlagzahl sei und nur als Folge der Reizung einiger Gefässnerven

zu betrachten ist, die tiefer als die Splanchnici aus dem Rükkenmarke treten und bei deren Durchschneidung intact bleiben. Für die Unabhängigkeit dieser kleinen Druckerhöhung von der Beschleunigung der Schlagzahl spricht ausser der im Nachtrage zu dieser Abhandlung mitgetheilten Thatsache noch das spätere Auftreten dieser Druckerhöhung, das auf eine Fortpflanzung der Erregung nach unten zurückzuführen ist, sowie auch das mehrmalige Fehlen derselben trotz der beträchtlichen Steigerung der Schlagzahl. Es ist doch a priori die Nothwendigkeit nicht einzusehen, warum eine Vermehrung der Schlagzahl eine Erhöhung des Blutdruckes veranlassen muss; das Gegentheil davon ist sogar in gewissem Grade wahrscheinlicher.

Wird nach Durchschneidung der Splanchnici die Aorta zugeklemmt, so tritt zwar ein Steigen des Druckes ein, dieses ist aber bei Weitem nicht so beträchtlich, wie bei undurchschnittenen Splanchnici. Wie aus den Versuchen III., IV. und V. zu ersehen, erreicht der Druck dabei nicht einmal die Höhe, die er vor Durchschneidung der Splanchnici hatte. Diese Thatsache findet leicht ihre Erklärung in der nach Durchschneidung der Splanchnici eintretenden Erweiterung der kleinen Gefässe. Die Schlagzahl wird aber auch bei dieser unbedeutenden Steigerung beträchtlich vermehrt (III., IV.) und zwar fast bis zur Verdoppelung. Wird nun während dieser Steigerung des Druckes und der Schlagzahl das Rückenmark gereizt, so tritt weiter keine Veränderung, weder in der einen noch anderen Function ein. In seltneren Fällen aber, wo Schluss der Aorta bei durchschnittenen Splanchnici keine Beschleunigung, sondern sogar eine geringe Verlangsamung der Herzschläge hervorruft, veranlasst eine Reizung des Rückenmarkes noch eine Vermehrung derselben (IV.). Erwähnenswerth, wenn auch schwer zu erklären, ist noch der Umstand, dass in dem vierten Versuche (V.) eine Beschleunigung der Schlagzahl schon bei der blossen Aufsuchung der Aorta und noch vor jeder Drucksteigerung eintrat und zwar noch eine bedeutendere, als bei Erhöhung des Druckes in Folge des Aortenschlusses. Sollte etwa die Reizung der Eingeweide auf reflectorischem Wege eine Beschleunigung der Schlagzahl veranlassen können? —

Durch die mitgetheilten Versuche ist also zum ersten Male ein unwiderlegbarer Beweis dafür geliefert, dass die Reizungen des Rückenmarkes auch unabhängig von den Veränderungen im Blutdrucke eine Vermehrung der Anzahl der Herzschläge veranlassen können. Da die Vagi, Depressores und Sympathici bei den zu diesen Versuchen verwendeten Kaninchen beiderseits getrennt waren, so konnte diese Beschleunigung nur vermittelst der vom Rückenmarke durch das letzte Hals- und erste Brustganglion tretenden Nerven vor sich gehen.

Um diesen letzteren Schluss noch durch ein Experimentum crucis zu begründen, stellten wir noch Versuche mit Exstirpation der erwähnten Ganglien an. Die Versuche wurden meist so ausgeführt: Einem mit Curare vergifteten Kaninchen wurden beiderseits die letzten Hals- und ersten Brustganglien exstirpirt, die Vagi, Depressores und Sympathici durchschnitten, der Blutdruck in der Carotis und die Schlagzahl des Herzens auf die oben angegebene Weise bestimmt. Hierauf folgte eine Durchtrennung des Rückenmarkes in der oben angegebenen Höhe und eine Druck- und Schlagzahlbestimmung vor und nach der Reizung desselben. Danach durchschnitten wir beide Splanchnici und untersuchten nochmals die Veränderung in Blutdruck und Schlagzahl vor und nach Reizung des Rückenmarkes. Die Exstirpation der erwähnten Ganglien wurde in dem Winkel zwischen der Subclavia und Carotis ohne Eröffnung der Brusthöhle vorgenommen. Später wurde an der Leiche immer genau controlirt, ob auch wirklich alle Ganglien mit den Herznerven zerstört waren. Die Versuche VI., VII. und VIII. sind auf angegebene Weise ausgeführt. Wie aus VII. und VIII., wo die Druck- und Schlagzahlbestimmung auch vor der Exstirpation der Ganglien gemacht wurde, ersichtlich, übt diese Exstirpation gar keinen oder wenigstens keinen merklichen Einfluss auf diese Werthe. Das Sinken derselben tritt erst nach Durchschneidung des Rückenmarkes ein, um nach Durchschneidung der Splanchnici noch bedeutender zu werden. Alle diese Versuche zeigen übereinstimmend, dass nach durchschnittenen Splanchnici die Reizung des Rückenmarkes nicht

mehr im Stande ist, eine Vermehrung der Schlagzahl zu veranlassen. Auch ist die Beschleunigung der Herzschläge als Folge der Druckerhöhung bei Reizung des Rückenmarkes vor Durchschneidung dieser Nerven in VII. höchst unbedeutend, in VI. und VIII. ganz ausbleibend. Dass bei den so operirten Thieren nach Durchschneidung der Splanchnici und anhaltender Reizung des Rückenmarkes zuletzt noch eine ganz unbedeutende Erhöhung des Blutdruckes eintritt, spricht auch für die oben nachgewiesene Unabhängigkeit des Blutdruckes von der Schlagzahl. Aus den zuletzt mitgetheilten Versuchen folgt also mit Bestimmtheit Folgendes:

1) Die bei Reizung des Rückenmarkes, auch unabhängig vom Blutdrucke eintretende Erhöhung der Schlagzahl wird durch die Nerven bewerkstelligt, welche vom Rückenmarke durch diese Ganglien zum Herzen treten.

2) Die bei der Durchschneidung des Rückenmarkes eintretende Verlangsamung der Herzschläge hat ihren Grund, ebenso wie die, welche nach Durchschneidung der Splanchnici eintritt, in dem nach diesen Durchschneidungen eintretenden Sinken des Blutdruckes. Denn einerseits tritt diese Verminderung auch dann ein, wenn sämmtliche Herznerven zerstört sind, andererseits aber ruft diese Zerstörung, die doch für diesen Fall gleichbedeutend mit einer Durchschneidung des Rückenmarkes ist, keine solche Verminderung hervor.

3) Es giebt kein Centrum, weder im Gehirn noch Rückenmark, das fortwährend die Zahl der Herzschläge beschleunigte.

Fragen wir nun, welcher Natur die Function dieser Nerven ist und auf welche Weise Reizung des Rückenmarkes beschleunigend auf den Herzschlag wirken kann, so lassen sich darüber folgende drei Möglichkeiten angeben: 1) Diese Nerven sind einfache motorische Nerven der Herzmusculatur, die von einem motorischen Centrum im Gehirn oder Rückenmarke innervirt, das Herz fortwährend zur Contraction veranlassen. Eine solche Annahme hat v. Bezold gemacht, als er durch die Fehler seiner Versuche zu dem Schlusse bewogen wurde, dass das Sinken des Blutdruckes und der Schlagzahl bei Durch-

schneidungen des Rückenmarkes von dem Aufheben motorischer Einflüsse, welche constant das Herz regieren, abhinge, und dass das Steigen des Druckes und der Schlagzahl bei Reizung des Rückenmarkes Folgen der erhöhten motorischen Leistung des Herzens sind. Wir haben oben nachgewiesen, dass v. Bezold in beiden Annahmen sich geirrt hat; es fallen also hiermit die Gründe für den Charakter der Herznerven als einfacher motorischer weg. Gegen einen solchen Charakter derselben aber sprechen einige Umstände und zwar a) dass Reizung des Rückenmarkes keinen Tetanus des Herzens veranlasst[1]; b) dass die Höhe der Excursion jedes einzelnen Herzschlages bei Reizung des Rückenmarkes im Gegentheile noch abnimmt trotz der Vermehrung der Zahl derselben; c) dass Durchschneidung dieser Nerven von keinem Einflusse weder auf Zahl noch Höhe der Herzschläge ist; d) dass die Nerven durch Curare gelähmt werden und e) die Ueberflüssigkeit solcher Nerven beim Vorhandensein selbständiger automatischer Erreger im Herzen selbst.

2) Dass diese Nerven zu den motorischen Ganglien des Herzens gehen. In diesem Falle könnten sie diesen Ganglien motorische Impulse mittheilen, die sich dann mit den Reizen, welche sich selbständig im Herzen entwickeln, summiren. Aber auch dann müsste Reizung des Rückenmarkes nicht nur eine Beschleunigung der Herzschläge, sondern auch eine Zunahme der motorischen Leistung des Herzens bewerkstelligen. Wie wir aber gesehen haben, wird die Summe der motorischen Leistungen des Herzens durch Reizung des Rückenmarkes nicht vermehrt, sondern nur deren Vertheilung in der Zeit verändert. Nicht nur verringert sich bei Zunahme der Schlagzahl die Höhe der Excursion, sondern auch der Mitteldruck in der Carotis bleibt entweder unverändert oder nimmt etwas ab. Man kann sich also die Functionen dieser Nerven, im Falle sie in

---

1) Dass im Gegensatze zu der vorherrschenden Meinung ein Tetanus des Herzens unter gewissen Umständen wirklich möglich ist, habe ich in meiner Arbeit „Ueber den Einfluss der Temperaturveränderungen“ etc. (Berichte der Königl. Sächs. Ges. der Wissensch. v Juli 1866) nachgewiesen. E. Cyon.

den Ganglien endigen, nur so denken, dass sie die Widerstände, welche der regulatorische Mechanismus dem Freiwerden der Spannkräfte entgegenstellt, vermindern; sie werden also für den Fall, dass man die Function der Vagi als Vermehrung dieser Widerstände auffasst, Antagonisten dieser Nerven. Um uns nicht zu weit in theoretische Auseinandersetzungen einzulassen, wollen wir diese Auffassung der Function der Herznerven, der wir uns entschieden hinneigen, nicht auch auf die der auseinandergesetzten gegenüberstehende Ansicht über den regulatorischen Mechanismus anpassen. Es ist aber leicht einzusehen, dass auch bei dieser Ansicht diese Nerven sich leicht als Antagonisten der Vagi auffassen lassen. Im Falle einer solchen Auffassung wäre es auch nicht nothwendig, eine fortdauernde Functionirung dieser Nerven anzunehmen; sie könnten nur bei gewissen Gelegenheiten wirksam in die Herzbewegungen eingreifen. Ein Analogon solcher, nur periodisch wirkender Nerven haben wir schon in den sensiblen Herznerven, den Depressores, dessen Durchschneidung auch keine Veränderung weder im Druck noch in der Schlagzahl veranlasst.

3) Die verschiedenen Herznerven könnten auch als Gefässnerven aufgefasst werden und ihr Einfluss auf die Schlagzahl verschiedenartig erklärt werden. Wir werden uns auf eine Auseinandersetzung der verschiedenen Möglichkeiten nicht einlassen, da wir eine solche Auffassung der Herznerven für unrichtig halten müssen und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, dass, wie bekannt, ein vollständiges Schliessen der Herzgefässe keinen Einfluss auf die Schlagzahl auszuüben vermag. Auch das sofortige Eintreten der Beschleunigung bei der Reizung des Rückenmarkes spricht gegen eine solche Auffassung der Function der Herznerven. Nach dem Erscheinen der vorläufigen Mittheilung über diese Arbeit versuchte Prof. L. Traube (Klin. Wochenschrift Nr. 51) eine theoretische Auseinandersetzung über die Function dieser Herznerven zu geben, wobei er dieselben als Gefässnerven auffasst. Seine Erklärung der Beschleunigung der Schlagzahl nach Erregung dieser Nerven besteht darin, dass diese Erregung eine Verengerung der Herzgefässe veranlasse, in Folge dessen eine verminderte Zufuhr

von Kohlensäure zu dem im Herzen sich befinden sollenden selbständigen Hemmungsapparate stattfinden solle. Und da nach Traube Kohlensäure das Vermögen besitzen soll, dieses supponirte Hemmungsnervensystem fortwährend zu erregen, so soll die Verengerung der Gefässe ein Wegfallen dieser Erregung und dadurch eine Beschleunigung der Schlagzahl veranlassen. Abgesehen davon, dass der gemeinschaftliche Verlauf der Herznerven mit den Herzgefässen auf den Tafeln des Hirschfeld'schen Atlasses noch keinen Wahrscheinlichkeitsgrund für die Bedeutung dieser Nerven als Gefässnerven abzugeben vermag, ist das Vorhandensein eines selbständigen Hemmungsnervensystems im Herzen durch neuerliche Untersuchungen höchst problematisch gemacht worden und damit ist auch die Möglichkeit weggefallen, dass Kohlensäure dieses System in fortwährender Erregung erhalte. Die höchst complicirte Erklärung des Herrn Prof. Traube wird übrigens am klarsten dadurch widerlegt, dass, wie schon erwähnt, ein Zuschliessen der Herzgefässe von keinem Einflusse auf die Zahl und Stärke der Herzschläge ist.

Nachdem eine vorläufige Mittheilung über diese von uns gemachte Arbeit in Nr. 51 des Centralblattes veröffentlicht worden, erschien in Nr. 52 derselben Zeitschrift eine Untersuchung v. Bezold's über denselben Gegenstand. Dieselbe enthielt eine Reihe höchst unklarer und vieldeutiger Versuche, die den Zweck hatten, das Vorhandensein motorischer Herznerven im Rückenmarke auf indirecte Weise wahrscheinlich zu machen. Da diese Frage aber durch unsere directen Versuche einer positiven Entscheidung entgegengeführt wurde, halten wir es für überflüssig, auf eine Auseinandersetzung der höchst mangelhaften Wahrscheinlichkeitsversuche des Herrn Prof. v. Bezold einzugehen und wollen nur eine spätere Abhandlung desselben Autors über denselben Gegenstand einer kurzen Besprechung unterwerfen. Diese Arbeit erschien in Nr. 53 derselben Zeitschrift. In der Einleitung dazu sagt v. Bezold: „Da in Nr. 51 des med. Centralblattes den unsrigen ähnliche Versuche der Herrn DDr. M. u. E. Cyon mitgetheilt sind, so lasse ich hier die nachstehenden, im Laufe des Monats October erhalte-

nen Resultate unverweilt folgen. Dieselben sind gänzlich unabhängig und ohne dass wir von den gleichzeitig in Ludwig's und du Bois-Reymond's Laboratorium angestellten Versuchen eine Ahnung hatten, gewonnen worden.“ Es ist schwer begreiflich, wie wir zwei Wochen vor dem Bekanntwerden der v. Bezold'schen Versuche den seinigen ähnliche veröffentlichen konnten; wahrscheinlich wollte v. Bezold damit nur sagen, dass seine Versuche den unsrigen ähnlich sind, obgleich eine Vergleichung unserer Versuche mit den seinigen überhaupt unstatthaft ist. Unsere Versuche wurden vollständig richtig angestellt und gaben positive und klare Resultate, während die v. Bezold'schen fehlerhaft angestellt, zu unrichtigen Schlüssen führten und die Frage, deren Lösung er sich vorgenommen hatte, eben so unentschieden liessen, wie seine früheren Untersuchungen über denselben Gegenstand. Bekanntlich haben wir die Erhöhung des Blutdruckes bei Reizung des Rückenmarkes durch Durchschneidung der Nervi splanchnici ausgeschlossen. Herr v. Bezold wollte diese Druckerhöhung dadurch ausschliessen, dass er das Brustmark und die Nervi sympathici am Halse durchschnitt. Es ist also leicht einzusehen, worin die Ursache des Misslingens seiner Versuche lag. Wenn nämlich die Durchschneidung des Brustmarkes, wenn vollständig, auch im Stande wäre, das Gefässsystem vollkommen vom Einflusse des Gehirns und des Halsrückenmarkes zu trennen, so ist es doch unmöglich bei elektrischer Reizung der Medulla oblongata zu vermeiden, dass Stromesschleifen nicht auch das Brust- und Lendenmark mit in Erregung versetzten. Ein Elektrophysiologe, wie v. Bezold, der so gerne den Staatsanwalt für Stromesschleifen spielt, sollte doch berücksichtigen, dass eine blosse Durchschneidung des Rückenmarkes keine Isolirung elektrischer Ströme und dazu noch so intensiver, wie sie bei Reizung der Medulla oblongata nothwendig sind, bewerkstelligen kann. Dieses Nichtberücksichtigen war die Ursache der falschen Resultate, die v. Bezold bekommen hat. Er behauptet nämlich, bei so operirten Kaninchen bei Reizung der Medulla oblongata gleichzeitig mit der Beschleunigung der Herzschläge eine Erhöhung der mit den einzelnen

Herzschlägen synchronischen Druckschwankung im Aortensystem und eine relativ sehr unbeträchtliche Zunahme des mittleren arteriellen Druckes beobachtet zu haben. Oben haben wir gezeigt, dass die Excursionen bei Reizung des Rückenmarkes nicht nur sich nicht vermehren, sondern sogar bedeutend vermindern. Auch der mittlere arterielle Druck bleibt bei dieser Reizung, wenn die Gefässnerven von derselben vollständig unberührt bleiben, stationär, oder vermindert sich unbedeutend, und wenn v. Bezold das Gegentheil davon bemerkt hat, so kann das nur daher rühren, dass er die Gefässnerven mit gereizt hat. Jedenfalls ist die „relativ sehr unbeträchtliche Zunahme des mittleren arteriellen Druckes“ schon vollständig genügend, um den v. Bezold'schen Versuchen jede Beweiskraft für die Existenz die Schlagzahl beschleunigender Nerven abzusprechen, da man dabei die Blutdruckerhöhung noch immer beschuldigen kann, die Beschleunigung der Herzschläge verursacht zu haben. In der That zeigen unsere Versuche, dass, wenn der Blutdruck nach Durchschneidung der Splanchnici gesunken ist, unbedeutende Erhöhung des Blutdruckes um 15 bis 20 Mm. durch Zuschliessen der Aorta schon genügt, die Zahl der Herzschläge fast zu verdoppeln. Aus den im Nachtrage veröffentlichten directen Reizversuchen der Herznerven ist ersichtlich, dass ein Erregen dieser Nerven eine Verminderung der Excursionshöhe und gar keinen Einfluss auf die Höhe des Blutdruckes auszuüben vermag. Herr v. Bezold spricht in dieser Mittheilung noch immer von den „von ihm entdeckten“ excitomotorischen Herznerven: schon oben haben wir nach allen Seiten hin die Unrichtigkeit einer solchen Auffassung dieser Nerven dargethan.

Nachtrag.
Ueber directe Reizung einiger Herznerven.

Von Denselben.

Wir haben schon oben gesagt, wie wichtig eine directe Reizung der Herznerven für die Bestätigung des in der voraus-

gehenden Abhandlung von uns bewiesenen Vermögens des Rückenmarkes, die Schlagzahl zu erhöhen, ist. Wir haben solche Reizversuche vorgenommen und wenn sie auch nicht vollständig zum Abschlusse gelangt sind, so theilen wir sie hier doch mit, da wir durch äussere Umstände gezwungen sind, die gemeinschaftliche Untersuchung aufzugeben; doch wird der Eine von uns (E. Cyon) diese Untersuchung weiter fortsetzen. Zum besseren Verständniss theilen wir hier einige anatomische Data über den Verlauf der Herznerven mit: Beim Kaninchen treten aus dem Nervengeflecht, welches aus dem Halssympathicus, Depressor und dem letzten Halsganglion (das mehrere aus dem Rückenmarke kommende Nerven aufnimmt) zusammengesetzt ist, fünf Hauptzweige aus: der am meisten nach innen gelegene spaltet sich in zwei Aeste und ist, wie wir durch Reizversuche gefunden haben, eine Fortsetzung des Depressor; der zweite und dritte Zweig (von innen) verbinden sich hinter dem Arcus aortae mit einem Nerven, der vom ersten Brustganglion herauskommt, und einem inconstanten Zweige vom zweiten Brustganglion zum Plexus cardiacus. Der vierte Zweig bildet um die Arteria subclavia die unter dem Namen des Vieussenischen Ringes bekannte Schlinge und tritt zum ersten Brustganglion; zu diesem tritt auch der fünfte und stärkste unter der Subclavia liegende Zweig. Beim Hunde ist der Verlauf der Herz nerven im Allgemeinen folgender: Sympathicus, Vagus (und wahrscheinlich auch der Depressor) verlaufen bekanntlich am Halse in einem Strange; in der Nähe der Stelle, wo dieser Strang mit dem letzten Halsganglion in Verbindung tritt, schickt er von seiner inneren Seite aus drei Zweige zum Herzen. Ausserdem tritt aus diesem Halsganglion noch ein starker Herznerv, begleitet von mehreren feineren, dann ein kurzer dicker Nerv, welcher den Vieussenischen Ring darstellt und ein tieferer, dickerer zum ersten Brustganglion. Die schönste Darstellung der Herznerven beim Menschen, die im Allgemeinen denselben Verlauf wie beim Kaninchen haben, findet sich im anatomischen Atlas von Loder.

Die Reizung einiger dieser Nerven ergab uns folgende Resultate:

1) Der am meisten nach innen laufende Zweig des letzten Halsganglions ist die Fortsetzung des Nervus depressor; beim Hunde ist dieser Nerv wahrscheinlich der eine der drei vom Strange zum Herzen tretenden Zweige.

2) Reizung des der Reihe nach dritten Nerven beim Kaninchen und des ersten vom Halsganglion zum Herzen tretenden beim Hunde ruft eine Beschleunigung der Schlagzahl ohne jede Veränderung im Blutdrucke hervor. Die Höhe der Excursion jedes einzelnen Herzschlags nimmt ebenso ab, wie bei Reizung des Rückenmarkes und durchschnittenen Splanchnici. Das Verhältniss der Schlagzahl vor der Reizung dieses Nerven und während derselben ist wie 6 : 8.

3) Reizung des Vieussenischen Ringes und des tieferen vom ersten Halsganglion bis zum letzten Brustganglion gehenden Nerven ruft eine unbeträchtliche Erhöhung des Blutdruckes ohne jeden Einfluss auf die Zahl der Herzschläge hervor.

Durch den Versuch ad 2) ist also dargethan, dass auch eine directe Reizung der Herznerven eine Beschleunigung der Schlagzahl veranlassen kann. Freilich ist die beobachtete Beschleunigung bedeutend niedriger als die bei Reizung des Rükkenmarkes und durchschnittenen Splanchnici beobachtete. Dies ist aber leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, dass wir von der grossen Reihe der Herznerven nur einen Zweig gereizt haben. Ob Reizung des vom ersten Brustganglion zum Herzen tretenden Nerven eine bedeutendere Vermehrung der Herzschläge herbeiführt oder ob eine solche nur durch gleichzeitige Reizung sämmtlicher Herznerven erreicht werden kann, ist eine Frage, mit deren Lösung der Eine von uns (E. Cyon) sich weiter beschäftigt. Diese letztere Annahme würde mit der von uns angenommenen und oben auseinandergesetzten Auffassung der Natur der Herznerven mehr übereinstimmen resp. für dieselbe sprechen.

Berlin, den 6. Januar 1867.

	Druck in Mm. Hg.	Pulszahl in 15 Sec.
I. Versuch mit Erhöhung des Druckes durch Zuschliessung der Aorta und Durchschneidung der Nervi depressores.		
a) Eröffnung der Bauchhöhle	56	63
b) Zuschliessung der Aorta	82	47
c) Aufhebung der Schliessung	67,5	47
d) Einige Zeit später	51	60
e) Beide Nervi depressores durchschnitten .	39	60
f) Schluss der Aorta	71,5	72
II. Versuch mit Erhöhung des Druckes durch Zuschliessung der Aorta und Durchschneidung der Nervi vagi.		
a) Vor Eröffnung der Bauchhöhle	50	40
b) Eröffnung der Bauchhöhle und Aufsuchen der Aorta	80,5	70
c) Schluss der Aorta	101	48
d) Beide Nervi vagi durchschnitten	76,5	53
e) Schluss der Aorta	93,8	59
f) Durchtrennung der Depressores	62,6	53
g) Schluss der Aorta	98,7	56
III. Versuch mit Durchtrennung der Splanchnici und Reizung des Rückenmarkes.		
a) Vagi, Depressores, Rückenmark und Sympathici beiderseits durchtrennt	35	54
b) Reizung des Rückenmarkes	130	61,5
c) Splanchnici beiderseits durchtrennt . . .	10	27,5
d) Reizung des Rückenmarkes	12	43,5
e) Ohne Reizung	10	27,5
f) Reizung	10	39
g) Schluss der Aorta	35	31,5
h) Reizung des Rückenmarkes während des Schlusses der Aorta	35	30
i) Ohne Reizung	8	27
k) Reizung	9	27
l) Schluss der Aorta	30	27
IV. Versuch mit Durchtrennung der Splanchnici und Reizung des Rückenmarkes.		
a) Vagi, Depressores, Splanchnici und Rückenmark durchschnitten	15	51
b) Reizung des Rückenmarkes	105	76,5
c) Splanchnici durchschnitten	15	50
d) Reizung des Rückenmarkes	17	69
e) Ohne Reizung	10	48

	Druck in Mm. Hg.	Pulszahl in 15 Sec.
f) Reizung des Rückenmarkes	11	68
g) Schluss der Aorta	25	45
h) Reizung des Rückenmarkes während des Schlusses der Aorta	26	63
i) Ohne Reizung	13	42
V. Versuch, dem vorigen ähnlich.		
a) Depressores, Vagi und Sympathici durchtrennt	60	52,5
b) Durchschneidung des Rückenmarkes	20	45
c) Reizung des Rückenmarkes	80	61,5
d) Durchschneidung der Splanchnici	10	27
e) Reizung des Rückenmarkes	12	42
f) Ohne Reizung	8	28,5
g) Reizung des Rückenmarkes	9	48
h) Ohne Reizung	10	25
i) Reizung des Rückenmarkes	10	36
k) Ohne Reizung	9	24
l) Aufsuchen der Aorta	9	48
m) Schluss der Aorta	20	45
n) Reizung während des Schlusses	20	43
VI. Versuch mit Exstirpation der Ganglien.		
a) Ganglien beiderseits exstirpirt, Rückenmark, Vagi, Depressores und Sympathici durchschnitten	28	39
b) Reizung des Rückenmarkes	90	39
c) Splanchnici durchtrennt	13	33
d) Reizung des Rückenmarkes	15	33
e) Ohne Reizung	10	33
f) Reizung des Rückenmarkes	12	33
g) Schluss der Aorta	25	32
VII. Versuch, dem vorigen ähnlich.		
a) Vagi, Depressores, Sympathici durchtrennt	52	48
b) Ganglien exstirpirt	52	48
c) Rückenmark durchtrennt	10	34
d) Reizung des Rückenmarkes	45	36
e) Splanchnici durchtrennt	8	27
f) Reizung des Rückenmarkes	9	27
g) Ohne Reizung	8	27
h) Schluss der Aorta	30	33
i) Reizung während des Schlusses	31	33

	Druck in Mm. Hg.	Pulszahl in 15 Sec.
VIII. Versuch, dem vorigen ähnlich.		
a) Vagi, Depressores und Sympathici durchtrennt	42	45
b) Ganglien exstirpirt	41	45
c) Rückenmark durchtrennt	12	32
d) Reizung des Rückenmarkes	42	31
e) Durchschneidung der Splanchnici	10	26
f) Reizung des Rückenmarkes	10	26
g) Ohne Reizung	9	26
h) Schluss der Aorta	26	26
i) Reizung während des Schlusses	26	25
IX. Versuch mit directer Reizung der Herznerven.		
a) Blosslegung der Herznerven, Vagi, Sympathici und Depressores durchschnitten	35	46
b) Reizung des zweiten Nerven vom Halsganglion	35	46
c) Reizung des dritten Herznerven	34	61,3
d) Durchschneidung dieses Nerven und Reizung seines peripherischen Stumpfes	34	60
e) Reizung des Vieussenischen Ringes	45	46
f) Reizung des tiefen Zweiges zwischen letztem Hals- und erstem Brustganglion	43	45
X. Versuch, dem vorigen ähnlich, bei einem Hunde.		
a) Vagi, Depressores und Sympathici beiderseits durchschnitten	38	40
b) Reizung des Herznerven vom letzten Halsganglion	38	50
c) Durchschneidung dieses Nerven und Reizung seines peripherischen Stumpfes	37	50
d) Reizung desselben einige Zeit später	37	47
e) Reizung des Vieussenischen Ringes	45	40

Ueber die elektromotorische Kraft der Nerven und Muskeln.

Von

E. du Bois-Reymond.

(Hierzu Taf. XII.)

§. 1. Einleitung.

Wenn in den thierisch-elektrischen Versuchen, bis auf die neueste Zeit, fast stets nur die Rede von Stromstärken war, so lag dies doch nur daran, dass man in solchen Versuchen die elektromotorische Kraft selber nicht gehörig zu messen verstand, während man andererseits annahm, dass die Stromstärken ein hinlänglich treues Bild der elektromotorischen Kräfte gäben. Wenige Fälle ausgenommen, waren es aber in der That die letzteren, um deren Kenntniss es sich handelte, und der Widerstand der thierischen Theile hatte im Allgemeinen nur die Bedeutung, durch seine wandelbare und meist schlecht vergleichbare Grösse den Schluss aus der Stromstärke auf die elektromotorische Kraft zu erschweren. Es ist daher als einer der bedeutendsten Fortschritte auf diesem Gebiete anzusehen, dass gegenwärtig, durch das von mir angegebene Verfahren, die unmittelbare Messung der elektromotorischen Kraft der Nerven und Muskeln ebenso scharf und zugleich bequemer ausführbar ist, als nur bisher die der Kraft irgend einer Hydro- oder Thermokette. Ich habe bereits in meinen Abhandlungen „Ueber das Gesetz des Muskelstromes, mit besonderer Be-

rücksichtigung des M. gastroknemius des Frosches" und „Ueber die Erscheinungsweise des Muskel- und Nervenstromes bei Anwendung der neuen Methoden zu deren Ableitung"[1]) gezeigt, welchen Vortheil dieses Verfahren gewähre, wenn es blos darauf ankommt, die elektromotorische Thätigkeit eines und desselben Muskels unter verschiedenen Umständen, oder die Kräfte verschiedener Muskeln untereinander, zu vergleichen. Allein dasselbe Verfahren kann auch zur Beantwortung einer anderen wichtigen Frage dienen, nämlich der nach der absoluten Grösse der elektromotorischen Kraft der Nerven und Muskeln. Darunter verstehe ich, wie ich kaum zu sagen brauche, nicht etwa diese Kraft, gemessen nach absolutem Weber'schem Masse, sondern nur dieselbe ausgedrückt in einer bekannten Einheit, z. B. als Bruchtheil der Kraft einer Daniell'schen Kette. Meines Wissens sind, zur Erledigung dieser Frage, erst zweimal Versuche angestellt worden.

Hr. Jules Regnauld hat darauf das von ihm empfohlene Verfahren zur Messung elektromotorischer Kräfte angewendet, welches im Wesentlichen darin besteht, die Kette, deren Kraft zu bestimmen ist, durch eine passende Anzahl hinreichend schwacher thermoëlektrischer Elemente zu compensiren. Die Regnauld'sche thermoëlektrische Krafteinheit ist bekanntlich die Kraft einer Wismuthkupferkette bei 0° und 100° ihrer Löthstellen, und $= {}^{1}/_{179}$ der Kraft einer Daniell'schen Kette[2]). Hr. Regnauld giebt die elektromotorische Kraft des Gastroknemius und des Sartorius vom Frosch zu 4—5, die eines querdurchschnittenen Froschoberschenkels (Elément Matteucci) zu 9—10 solcher Einheiten an. Die Kraft möglichst rasch zugerichteter, querdurchschnittener Kaninchenmuskeln fand er am Biceps brachii = 5—6, am Gastroknemius = 6—7, am Soleus = 10—11 Einheiten[3]).

---

1) Dieses Archiv, 1863, S. 521, 649 und 1867, S. 257.

2) Annales de Chimie et de Physique. 3me Série. t. XLIV. 1855. p. 491. — Vergl. Comptes rendus etc. 9 Janvier 1854. t. XXXVIII. p. 41.

3) Comptes rendus etc. 15 Mai 1854. t. XXXVIII. p. 890; — Archives des Sciences physiques et naturelles etc. 1854. t. XXVII. p. 47.

Sodann giebt Hr. Wundt, ohne seine Methode zu beschreiben, in seinem Lehrbuch der Physiologie des Menschen (Erlangen 1863) S. 416 an, dass er die Kraft zwischen Längs- und Querschnitt des Gastroknemius vom Frosch im Mittel = $^1/_{40}$ Daniell gefunden habe, was mit Hrn. Regnauld's Beobachtungen sehr nahe übereinstimme. In der That sind 4,5 Regnauld'sche Einheiten = $^1/_{39,78}$ Daniell.

Sowohl Hrn. Regnauld's wie Hrn. Wundt's Versuche sind aber dadurch entwerthet, dass sie, den Versuch des Ersteren am Sartorius ausgenommen, nicht an regelmässigen Muskeln angestellt sind, sondern an theilweise durch schrägen natürlichen Querschnitt begrenzten, unregelmässigen Muskeln oder Muskelmassen, auf welche die Begriffe von Längs- und Querschnitt nicht ohne Weiteres anwendbar sind, an denen die von mir sogenannten Neigungsströme in's Spiel kommen, und deren Wirkung überdies von ihrer Parelektronomie abhängt. Die Folge wird denn auch lehren, dass die von beiden Forschern erhaltenen Zahlen, obschon an sich immerhin so richtig, dass es auf den Fehler nicht ankommt, von der elektromotorischen Kraft der Muskeln eine irrige, nämlich eine viel zu kleine Vorstellung geben.

§. II. Versuchsweisen.

Das von mir abgeänderte Poggendorff'sche Compensationsverfahren bestimmt die zu messende elektromotorische Kraft y, z. B. des Muskels M in Fig. 1, als Bruchtheil der Kraft E der Maasskette D durch die Formel

$$y = \frac{l}{L + W} \cdot E,$$

wo W den Widerstand der die Maasskette enthaltenden Hauptleitung bis zum Nebenschliessdraht NB'DS, L den Widerstand des Nebenschliessdrahtes NrS, l den Widerstand der zum Compensiren aufgewendeten Strecke des letzteren Drahtes Nr bedeuten. Der Widerstand der die Kraft y und die zum Compensiren bestimmte Bussole B enthaltenden Zweigleitung, die wir den Messkreis nennen wollen, fällt bekanntlich aus der Formel heraus[1]. Ist der Nebenschliessdraht in N Theile getheilt, und

1) Vergl. Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchswei-

wurde das Gleichgewicht im Messkreise bei dem Theilstrich n erreicht, so hat man

$$l = \frac{n}{N} \cdot L,$$

und folglich

$$y = \frac{n}{N\left(1 + \frac{W}{L}\right)} \cdot E.$$

Es ist aber

$$\frac{W}{L} = \frac{1}{m - 1},$$

wenn man das Verhältniss

$$\frac{J}{J_1} = m$$

setzt, welches man findet, indem man bei offenem Messkreise an der in die Hauptleitung eingeschalteten Bussole B' einmal die Stromstärke

$$J = \frac{E}{W},$$

das andere Mal die

$$J_1 = \frac{E}{W + L}$$

beobachtet; und folglich

$$y = n \cdot \frac{m-1}{mN} \cdot E.$$

In diesem Ausdruck stellt der ächte Bruch

$$\frac{m-1}{mN}, \text{ den wir } = \frac{1}{k}$$

setzen wollen, mit E multiplicirt den Bruchtheil der Kraft der Maasskette vor, um den sich die zu messende Kraft ändert, wenn für den Fall des Gleichgewichtes im Messkreise n sich um die Einheit ändert. Mit anderen Worten, der Nebenschliessdraht einer solchen Vorrichtung ist einem Maassstabe für elektromotorische Kräfte zu vergleichen, der in N ktel E getheilt wäre. k bestimmen, heisst den Werth eines Scalentheiles des Maassstabes ausmitteln, und der Bruch $\frac{E}{k}$, den wir $\left[\frac{E}{k}\right]$ schreiben

---

sen u. s. w. A. a. O. S. 107 ff. — Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 547.

wollen, ist, was man füglich die Graduationsconstante der Vorrichtung nennen kann.

Diese Graduationsconstante lässt sich an einer gegebenen Vorrichtung noch anders bestimmen, nämlich statt unmittelbar, wie eben erklärt wurde, mittelbar unter Zuhülfenahme einer bereits bekannten elektromotorischen Kraft.

Diese kann entweder die einer beständigen Kette sein. Es sei deren Kraft z. B. = einem νtel Daniell. Man schaltet die Kette in den Messkreis, als wollte man ihre Kraft messen, und liest den Theilstrich n' ab, wobei das Gleichgewicht erreicht wird. Dann hat man

$$\frac{D}{\nu} = n' \cdot \left[\frac{E}{k}\right],$$

wo $\left[\frac{E}{k}\right]$ die zu bestimmende Graduationsconstante; folglich, ohne für die Vorrichtung das Verhältniss W : L zu kennen,

$$\left[\frac{E}{k}\right] = \frac{D}{n'\nu},$$

und beim nachmaligen Gebrauch der so graduirten Vorrichtung allgemein eine zu bestimmende elektromotorische Kraft

$$y = n \cdot \frac{D}{n'\nu}.$$

Oder die elektromotorische Kraft, die zur mittelbaren Bestimmung der Constanten dienen soll, wird in derselben Weise dem bereits graduirten Schliessdraht einer Kette entlehnt, wie dies beim Messen einer elektromotorischen Kraft geschieht. Fig. 2 stellt die hierzu nöthige Anordnung vor. I ist die bereits graduirte, II die zu graduirende Vorrichtung, B die Bussole; D, K sind die beiden Ketten, deren elektromotorische Kräfte E_1, E_2 heissen sollen, N_1 S_1, N_2 S_2 die beiden Nebenschliessdrähte; endlich r_1 und r_2 zwei bewegliche Verbindungen. Ist bei geöffneter Verbindung r_1Br_2 der Spannungsunterschied $(N_1,S_1) \overset{=}{>} -(N_2,S_2)$, so kann man nach Schliessung von r_1Br_2 für jede Stellung von r_2 auf dem Nebenschliessdraht N_2S_2 eine Stellung von r_1 auf N_1S_1 finden, wobei der Strom in der Bussole verschwindet. Alsdann ist auch kein Strom in der Leitung N_1N_2; die Punkte N_1,N_2; r_1,r_2 haben einerlei Spannung und die Spannungsunterschiede (N_1,r_1),(N_2,r_2) sind gleich gross. Es ist aber

$$(N_1, r_1) = n_1 \left[\frac{E_1}{k_1}\right],$$

wo n_1 die Zahl der Theilstriche zwischen N_1 und r_1 bei der gewählten Stellung von r_2, und $\left[\frac{E_1}{k_1}\right]$ die bekannte Graduationsconstante der Vorrichtung I bedeuten. Ebenso ist

$$(N_2, r_2) = n_2 \left[\frac{E_2}{k_2}\right],$$

wo n_2 die Zahl der Theilstriche zwischen N_2 und r_2, und $\left[\frac{E_2}{k_2}\right]$ die zu bestimmende Graduationsconstante der Vorrichtung II bedeuten. Man hat also

$$n_1 \left[\frac{E_1}{k_1}\right] = n_2 \left[\frac{E_2}{k_2}\right],$$

folglich, ohne für die Vorrichtung II das Verhältniss L : W zu kennen,

$$\left[\frac{E_2}{k_2}\right] = \frac{n_1}{n_2}\left[\frac{E_1}{k_1}\right],$$

und beim nachmaligen Gebrauch dieser Vorrichtung allgemein eine zu bestimmende elektromotorische Kraft

$$y = n \cdot \frac{n_1}{n_2} \left[\frac{E_1}{k_1}\right].$$

Die Graduationsconstante einer Vorrichtung ist bei gleicher Länge des Nebenschliessdrahtes und bei gleicher Feinheit der Theilung um so grösser, je grösser die Kraft E der Maasskette, je dünner der Nebenschliessdraht und je kleiner der Widerstand W. Von diesen Umständen bietet der letztere ein leichtes Mittel, um nach Belieben einen gewissen Werth der Graduationsconstanten herbeizuführen, indem man W durch Ein- und Ausschalten von Drahtstrecken nach Bedürfniss verändert. Je kleiner nämlich die Constante bei gleicher Länge des Nebenschliessdrahtes, um so genauer misst man daran die elektromotorischen Kräfte, um so kürzer ist aber auch der Maassstab, dessen Länge durch $N\left[\frac{E}{k}\right]$ bestimmt wird; und es kommt darauf an, zwischen jenem Vortheil und diesem Nachtheil die passende Mitte zu finden. Ausserdem erscheint es auch noch wünschenswerth, der Graduationsconstanten einen möglichst bequemen numerischen Werth in dem Sinne zu geben, dass deren Nenner

eine gut zu handhabende ganze Zahl sei. Bei dem unmittelbaren Verfahren erreicht man dies, indem man den Werth von m berechnet, und durch Verändern von W herbeiführt, der den gewünschten Werth von k bedingt; bei dem ersten mittelbaren Verfahren, indem man den Werth n' berechnet, der in $\frac{D}{n' \cdot \nu}$ eingesetzt, $\left[\frac{E}{k}\right]$ den gewünschten Werth giebt, dann die bewegliche Verbindung so einstellt, dass $n = n'$, und nun W so lange verändert, bis der Strom in der Bussole verschwindet; bei dem zweiten mittelbaren Verfahren endlich, indem man einen Werth für n_1 annimmt, dem, vermöge des Umfanges der Theilung der Vorrichtung II, sicher noch ein Werth von n_2 entspricht, dann den Werth von n_2 berechnet, der in $\frac{n_1}{n_2}\left[\frac{E_1}{k_1}\right]$ eingesetzt $\left[\frac{E_2}{k_2}\right]$ den gewünschten Werth ertheilt, hierauf r_2 die entsprechende Stellung giebt, und nun W so lange verändert, bis der Strom in der Bussole verschwindet.

Ich habe bei den folgenden Versuchen von den beiden Graduationsmethoden, der unmittelbaren sowohl wie der mittelbaren, Gebrauch gemacht.

Bei einem Theil dieser Versuche diente mir als Maasskette ein Daniell, der mit möglichst reinem Material angesetzt war, und dessen verdünnte Schwefelsäure bei 25° C. 1,171 Dichte besass[1]). Als Nebenschliessdraht benutzte ich einen auf einer eichenen Schiene zwischen zwei darin eingelassenen Messingklötzen

---

1) Die Daniell'sche Kette eignet sich mehr als die Grove'sche zu Messungen, wie sie hier bezweckt werden, weil ihre elektromotorische Kraft, wenn sie mit einiger Sorgfalt frisch zusammengesetzt ist, stets nahe denselben Werth zeigt, während die Kraft der Grove'schen Kette durch die Salpetersäure beeinflusst wird, die man im Handel nicht immer von gleicher Beschaffenheit erhält. Dagegen ist allerdings die Grove'sche Kette, bei hoher Concentration der Salpetersäure, an Beständigkeit der Kraft der Daniell'schen sehr überlegen. Ueber die Art, wie ich die Beständigkeit der Kraft meiner Maassketten controlirte, vergl. den Aufsatz: „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w." im gegenwärtigen Jahrgange des Archivs, oben S. 280., Anmerkung.

gerade ausgespannten Platindraht von 0,5 Mm. Durchmesser. Der Abstand der Messingklötze betrug 1500 Mm., und eine Millimetertheilung war dem Draht entlang auf die Schiene geklebt. Die bewegliche Verbindung dieses Drahtes mit dem einen Ende des Messkreises wurde auf die von Hrn. Kirchhoff angegebene Art vermittelt durch einen mit Blei ausgegossenen hölzernen Läufer, der mit einer Platinschneide dem Draht aufruhte [1]).

Bei Anwendung dieser Vorrichtung wurde die Graduationsconstante mittels der in Fig. 3 schematisch dargestellten Anordnung unmittelbar bestimmt. NS ist wie früher der Nebenschliessdraht, Nr dessen Strecke vom Widerstand 1, r der Läufer, M der Muskel, dessen Kraft gemessen werden soll, 𝔖 der Ort eines Schlüssels, G der Stromwender, D der Daniell, σ der Bussolspiegel; NBDS ist die Hauptleitung, NGMA𝔖Gr der Messkreis. Der Stromwender ist in den letzteren Kreis eingeschaltet, weil dessen Widerstand aus dem Ergebniss herausfällt, so dass ein etwaiger Unterschied in dem Widerstande des Stromwenders bei seinen beiden Lagen, wie er bei dem Pohl'schen Gyrotropen z. B. in geringem Maasse unvermeidlich ist, unschädlich wird. Das Besondere der beschriebenen Anordnung besteht darin, dass eine und dieselbe Wiedemann'sche Bussole zur Messung von J und J_1 und auch zum Erkennen des Gleichgewichtes im Messkreise diente. Sie war dazu mit zwei Rollen A und B versehen. Dem Spiegel möglichst nahe und in den Messkreis eingeschaltet, um das Eintreten der Compensation zu beobachten, befand sich zunächst eine Rolle oder vielmehr ein doppeltes Rollenpaar A von im Ganzen 25700 Windungen dünnen Drahtes [2]). Die zur Auswerthung der Gra-

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1857. Bd. C. S. 180. Taf. III. Fig. 5. — Es war, bis auf geringe Aenderungen, dieselbe Vorrichtung, welche Hr. Joh. Ranke bei seinen in meinem Laboratorium angestellten Widerstandsmessungen als Wheatstone'sche Brücke benutzt hat. Der galvanische Leitungswiderstand des lebenden Muskels. Ansbach 1862. S. 14; — Tetanus. Eine physiologische Studie u. s. w. Leipzig 1865. S. 20.

2) Es bestand aus dem früher beschriebenen Rollenpaar von

duationsconstanten bestimmte, in der Hauptleitung befindliche Rolle B hatte dagegen nur 106 Windungen dicken Drahtes, und wurde, wenn sie wirken sollte, in solcher Entfernung vom Spiegel aufgestellt, dass die Stromstärke J eine Ablenkung von höchstens 300^{sc} erzeugte. Da diese Entfernung etwa 400 Mm., die der Scale vom Spiegel aber 2300 Mm. betrug, so konnten die Stromstärken J und J_1 ohne merklichen Fehler den entsprechenden Verschiebungen des Scalenbildes proportional, oder diese a J, a J_1, wo a eine Constante, gleichgesetzt werden. Bei offenem Messkreise wurde nun zuerst die Ablenkung a J ohne Nebenschliessdraht, dann die a J_1 mit Nebenschliessdraht beobachtet, und so $m = \frac{J}{J_1}$ bestimmt. Diese Grösse ergab sich bei der getroffenen Anordnung zufällig so nahe = 2, dass der Unterschied zu vernachlässigen war. Die Graduationsconstante der Vorrichtung betrug unter diesen Umständen also $\frac{1}{2 \times 1500} D = \frac{1}{3000} D$, und es liess sich daran eine Kraft bis zu $\frac{1500}{3000} D = \frac{D}{2}$ messen. Diese Werthe lagen so bequem, dass an der Vorrichtung durch Verändern von W nichts zu verbessern war.

Wurde dann die Rolle B, die dazu mit langen wohl isolirten Leitungsdrähten versehen war, so weit von der Bussole entfernt, dass sie keine merkliche Wirkung mehr auf den Spiegel übte, wie es die Figur in NB_1D schematisch zeigt, so

---

12000 Windungen (Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1859. S. 452), in Verbindung mit den von Hrn. Heidenhain angegebenen Hülfsrollen (mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit u. s. w. Leipzig 1864. S. 59 ff.), wodurch die Zahl der Windungen, wie sich aus Obigem ergiebt, mehr als verdoppelt, die Empfindlichkeit der Bussole jedoch mit einem Nerven im Kreise nur um etwa 0,4, mit dem M. sartorius nur um etwa 0,3 erhöht wurde. Dass der Zuwachs an Empfindlichkeit nicht bedeutender ist, obschon der Widerstand des Gewindes durch die Hülfsrollen viel weniger wuchs als die Zahl der Windungen, erklärt sich aus der Kleinheit des Halbmessers der Hülfsrollen, in Folge deren die horizontale Componente ihrer Wirkung auf den Spiegel nur klein ausfällt.

konnte mittels der Rolle A zu elektromotorischen Kraftmessungen im Messkreise geschritten werden, deren Sicherheit jedoch auf der Unveränderlichkeit der Kraft der Maasskette und ihres Widerstandes, wie auch des Widerstandes der Drahtleitungen fusst.

Die Schwierigkeiten in dieser Hinsicht, welche übrigens auch bei der Poggendorff'schen Compensationsmethode, und bei den anderen Messungsmethoden für die elektromotorische Kraft obwalten, entspringen aus der Veränderung der Kettenflüssigkeiten durch Diffusion, Zinkauflösung und Wasserbildung, und aus den Temperaturschwankungen des Kreises, theils wegen der Witterung, theils wegen der Wärmeentwickelung durch den Strom und durch örtliche chemische Wirkung.

Man hat

$$n = y \cdot \frac{N}{E} \cdot \frac{W + L}{L},$$

und also n grösser, wenn E kleiner wird, aber auch grösser, wenn W wächst und wenn L abnimmt. Dies sind gerade die Veränderungen, welche im Lauf einer längeren Versuchsreihe entstehen, indem Polarisation eintritt, die Kettenflüssigkeiten schlechter leitend, und die Drähte erwärmt werden. Es ist deshalb gut, so oft als man es für nöthig hält, J_1 leicht und bequem nachsehen zu können. Dazu konnte ich der Rolle B immer genau dieselbe Stellung dem Spiegel gegenüber wieder ertheilen. Weil dies für deren Leitungsdrähte, insofern ihre Wirkungen sich nicht aufhoben, nicht in gleichem Maasse thunlich war, hatte diese Rolle eine viel grössere Windungsanzahl als sonst nöthig gewesen wäre, damit nämlich gegen die Wirkung der Rolle selber die der Drähte verschwinde.

Die Witterung verdient Beachtung, wenn, wie es bei mir der Fall war, die Kettenflüssigkeiten in einem ungeheizten Raum aufbewahrt werden, und also im Sommer und im Winter ursprünglich um 30° verschiedene Temperatur haben können, im Winter aber später die Temperatur des geheizten Arbeitsraumes annehmen. So lange nicht die Temperatur der Kette stationär ward, ist überhaupt, worauf mich

Hr. Dr. Werner Siemens aufmerksam machte, auf keine Beständigkeit ihrer Kraft zu rechnen.

Die Wärmeentwickelung durch den Strom kommt auch insofern in Betracht, als die durch den Strom J die durch den Strom J_1 um das m^2fache übertrifft, an meiner Vorrichtung also z. B. um das Vierfache, so dass, wenn man J misst, W kleiner und L grösser ist, als wenn man J_1 misst. Man kann diesen Uebelstand dadurch verringern, dass man bei der Messung von J rasch verfährt, bei der von J_1 aber, wie später bei der Compensation, den stationären Zustand abwartet.

Uebrigens braucht kaum bemerkt zu werden, dass es in dem Gebiete, wo sich meine Messungen bewegten, auf solche Feinheiten nicht ankommt; wie ich es auch nicht für der Mühe werth hielt, die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf meine Beobachtungsreihen anzuwenden.

Bei einem anderen Theil meiner Versuche ersetzte ich die vorige Vorrichtung, die ich den langen Compensator nenne, durch den früher beschriebenen runden Compensator[1]), mit einer grösseren Grove'schen Kette als Maasskette. Die Handhabung des runden Compensators ist ungleich bequemer als die des langen; allein in seiner jetzigen Verfassung verhinderte ein Umstand daran die Bestimmung der Graduationsconstanten sowohl auf dem unmittelbaren, als auf dem zweiten mittelbaren Wege, daher der erste mittelbare Weg hier eingeschlagen wurde.

Als Kette von beständiger Kraft, um in der oben geschilderten Weise damit die Messung zu übertragen, empfahl sich natürlich eine Thermosäule. Durch die Güte meines Freundes Dr. Siemens stand mir eine solche von ihm eigenthümlicher Einrichtung zu Gebote, in der 50 Eisen-Neusilber-Elemente und 50 Elemente aus galvanoplastischem Kupfer und Silber mittels Stöpselumschaltung beliebig verbunden werden können. Die elektromotorische Kraft dieser Säulen bei 0° und

---

1) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen u. s. w. A. a. O. S. 107.

100° ihrer Löthstellen maass ich am langen Compensator, und fand im Mittel zahlreicher Versuche, deren Ergebnisse nur um sehr kleine Grössen auseinandergehen,

die Kraft der 50 Cu-Ag-El. = 0,0254 Daniell,
- - - - Fe-Neus.-El. = 0,1144 - .

Die Kraft der beiden Säulen zusammen ergab sich statt zu
0,1399, wie sie hätte sein müssen, zu
0,1407, also um nur
0,0008 zu gross.

0,00051 und 0,00229 Daniell werden beziehlich sehr genaue Durchschnittswerthe für die Kraft eines einzelnen Elementes der beiden Thermosäulen sein.[1])

Nachdem so die Kraft der Thermosäulen, deren Strom sich als durchaus beständig erwies, auf die des Daniells bezogen war, wurde die Kupfer-Silber-Säule in den Messkreis des runden Compensators gebracht, der wieder die Rolle A enthielt, der Zeiger auf 203,2 gestellt und der Widerstand W der Hauptleitung so lange verändert, bis der Strom im Messkreise verschwand. Nun war ein Grad der tausendtheiligen Scale des Compensators $= \frac{D}{8000} = 0{,}000125\ D$, die ganze Theilung aber $\frac{D}{8}$ werth, denn man hat

$$203{,}2 = 0{,}0254 \times 8000.$$[2])

1) Die letztere Zahl stimmt schlecht mit der von **Kohlrausch** auf elektroskopischem Wege für das Eisen-Neusilber-Element ermittelten von $\frac{D}{6600}$ bei 10—15° Temperatur-Unterschied (**Poggendorff's** Annalen u. s. w. 1852. Bd. LXXXII. S. 418), was, die Proportionalität der Kraft mit dem Temperaturunterschiede vorausgesetzt, nur 0,00101 —0,00151 D bei 100° entspricht.

2) Dies ist beiläufig der Werth der in der Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w.“ (S. das. S. 268) gebrauchten Compensatorgrade. Bei den in der Abhandlung „Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w.“ (Dieses Archiv 1863, S. 521. 649.) vorkommenden Kraftmessungen war die Aufstellung des Compensators eine etwas verschiedene, und der Werth seiner Graduationsconstanten betrug $\frac{D}{7875}$.

Um die Eisen-Neusilber-Säule zu compensiren, musste jetzt der Zeiger im Mittel aus zehn Versuchen auf 895,6 gestellt werden. Dies giebt für die Kraft dieser Säule

statt 0,1144 Daniell, nur
0,1117 - ; d. h.
0,0027 - zu wenig.

Fortan konnte also der runde Compensator zu absoluten Kraftmessungen gebraucht werden, unter derselben Bedingung wie der lange, dass die Maasskette unverändert blieb. Ich habe ihn vorzüglich zu den Versuchen an den thierischen Elektromotoren angewendet, während ich für die im Folgenden vorkommenden Versuche über Flüssigkeitsketten, wo ich oft unvermuthet eines grösseren Umfanges der Theilung bedurfte, meist den langen Compensator wählte. Doch sind auch mehrere der Versuche an Muskeln und Nerven an letzterer Vorrichtung angestellt, weil der Umfang der Theilung des runden Compensators, wie sie einmal graduirt war, für die zu messenden Kräfte nicht reichte. In dem Folgenden sind alle elektromotorischen Kräfte auf die der Daniell'schen Kette als Einheit bezogen.

Wo es nöthig war, wie in den Versuchen an Nerven, und in solchen, wo sich destillirtes Wasser im Messkreise befand, wurde der Bussolspiegel bei den Ablesungen in diesem Kreise mittels des Hauy'schen Verfahrens astatisch gemacht.

§. III. Von der Grösse der elektromotorischen Kraft der Muskeln.

Es ist schon oben angedeutet worden, weshalb eine Messung der elektromotorischen Kraft an unregelmässigen und zum Theil durch natürlichen Querschnitt begrenzten Muskelmassen angestellt, werthlos sei, und es ist klar, dass es vom Standpunkte der Theorie aus hier vor Allem zwei Fragen sind, welche beantwortet sein wollen. Die erste Frage ist die, welchen Werth die elektromotorische Kraft zwischen Aequator und Polen eines durch zwei senkrechte künstliche Querschnitte begrenzten Muskels erreiche, weil nämlich die Kraft der elektromotorischen Molekeln mindestens doppelt so gross sein muss. Die zweite Frage ist die, welchen Werth die elektromotorische

Kraft an den natürlichen und künstlichen Muskelrhomben in Folge der unvollkommenen säulenartigen Anordnung am schrägen Querschnitt erlange; denn diese Kraft ist überhaupt die höchste, welche an Muskeln vorkommt, und deren Kenntniss kann wichtigen Schlüssen zur Grundlage dienen.

Die beste Art, zum Zwecke der Beantwortung der ersten Frage den Muskel in den Messkreis zu bringen, besteht darin, ihn passend unterstützt mit dem Aequator auf den von Glimmer entblössten Rand des Thonschildes eines der gewöhnlichen Zuleitungsgefässe zu legen, den Pol aber, d. h. den negativsten Punkt des Querschnittes, mit der Thonspitze einer unpolarisirbaren Zuleitungsröhre aufzusuchen.

Man muss sich dabei hüten, sich durch den von mir in meinem „Zusatz zur Lehre von den Neigungsströmen[1])" beschriebenen Umstand täuschen zu lassen. Die Thonspitze klebt leicht dem Muskelquerschnitt an, und beim Versuch, sie vom Querschnitt zu lösen, folgt ihr dieser in Gestalt eines Kegels. Der Mantel dieses Kegels verhält sich als schräger künstlicher Querschnitt, so dass die Spitze des Kegels stärker negativ erscheint, als bei ebenem Querschnitt. Man muss sich zweitens bei solchen Messungen zur Ableitung vom Querschnitte einer frischen Thonspitze bedienen, damit nicht zur eigentlichen Muskelkraft die Kraft hinzutrete, die, wie ich letzthin zeigte[2]), der Säurung des Thones durch den Querschnitt entspringt.

Verfährt man so an den beiden dickeren unter den regelmässig gefaserten Oberschenkelmuskeln des Frosches, dem M. gracilis[3]) und semimembranosus, so gelangt man unter günstigen Umständen zu einem Kraftwerth von 0,08 Daniell, der also schon den höchsten von Hrn. Regnauld überhaupt, nämlich an Kaninchenmuskeln, beobachteten Werth ($^{11}/_{179}$ = 0,061) erheblich übertrifft.

---

1) Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1866. S. 387.

2) S. die Abhandlung: „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w." A. a. O. S. 284.

3) In Bezug auf die hier und fortan von mir gebrauchten Muskelnamen vergl. ebendas. S. 263. Anm. 2.

Beim Anlegen eines Thonschildes an den Gesammtquerschnitt schwankt die Kraft des Gracilis und des Semimembranosus, je nach der Art, wie der Querschnitt berührt wird, und nach dem Ernährungszustande, weniger nach der Grösse des Thieres,[1]) zwischen 0,035 und 0,075; ein Werth derselben um 0,05 herum ist das gewöhnlichste.

Ueber die verhältnissmässige Grösse der Kraft bei verschiedener Lage der Ableitungsstellen am Muskel Zahlen mitzutheilen, mit anderen Worten, das Gesetz des Muskelstromes durch die Messung der elektromotorischen Kraft, statt, wie bisher, der Stromstärke, darzuthun, wäre jetzt ein Leichtes; indessen liegt dies, wie aus dem Vorigen erhellt, hier nicht in meiner Absicht. Ein Theil der Fragen, die sich in dieser Beziehung darbieten, findet sich übrigens schon in meinen Abhandlungen „Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w." und „Ueber die Erscheinungsweise des Muskel- und Nervenstromes u. s. w." beantwortet.

Ueber die verhältnissmässige Kraft der verschieden dicken Oberschenkelmuskeln s. die letztere Abhandlung S. 263. 286. 297. Wegen des in dieser Abhandlung aufgedeckten Fehlers der bisherigen Versuche sind neue mit Vermeidung dieses Fehlers angestellte Messungen nothwendig, um darüber etwas Sicheres aussagen zu können.

Nach meinen älteren Versuchen[2]) hoffte ich noch höhere Kraftwerthe zu erhalten, wenn ich mich statt eines einzelnen Gracilis oder Semimembranosus beider, als Ein Muskel zugerichteter Muskeln zugleich bediente. Ich hatte damals beim Compensiren eines einzelnen Muskels mit einem solchen Doppel-Präparat das Uebergewicht meist auf des letzteren Seite gefunden. Nur das obere Ende des Semimembranosus zeigte sich manchmal stärker als die vereinten Muskeln. Jetzt maass ich an zehn Fröschen auf Seite A die obere und die untere Kraft des einzelnen Gracilis und Semimembranosus zwischen Aequator und Gesammtquerschnitt, auf Seite B die

1) S. ebendas. S. 263 ff.
2) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. 1848. S. 711.

der vereinten Muskeln, und zwar begann ich abwechselnd mit der einen und mit der anderen Prüfung, wodurch das Ergebniss gegen die erst seitdem dawider denkbar gewordenen Einwürfe gesichert erscheint, dass die Säurung des Thonschildes am Querschnitt und die postmortale Erhöhung der Muskelstromkraft sich darin eingemischt hätten.[1]) Das Ergebniss war, dass am oberen Ende nur 4, am unteren 5 Mal, im Ganzen also nur 9 auf 20 Mal, die vereinten Muskeln sich stärker erwiesen, als der stärkste der einzeln aufgelegten. Folgende Tabelle zeigt beiläufig die Mittel aus diesen Versuchen.

	D = 1	Oberes Ende	Unteres Ende
A	G	0,0371	0,0382
A	Sm	0,0479	0,0447
B	G + Sm	0,0476	0,0458

Die Zahlen sind an sich klein, weil der Versuch an Winterfröschen angestellt wurde. Der Erfolg entspricht, wie man sieht, der gehegten Erwartung nicht, und ich habe es daher unversucht gelassen, in der besseren Jahreszeit mit einer Thonspitze am Querschnitt der vereinten Muskeln noch höhere Werthe zu erhalten, als den oben S. 430 verzeichneten Maximalwerth der elektromotorischen Kraft zwischen Aequator und Pol von Froschmuskeln. Ich halte es für wahrscheinlich, dass in dem Fall, wo die vereinten Muskeln stärker wirkten als die einzelnen der anderen Seite, jeder oder wenigstens einer von ihnen, dies auch gethan hätte, und ich glaube, dass ich meine älteren Versuche nicht hinreichend vervielfältigt hatte, um den wahren Sachverhalt zu erfahren. In der That ist es auch jetzt theoretisch nicht mehr gut denkbar, dass das Zusammenlassen der Muskeln ihre elektromotorische Kraft erheblich begünstige. Denn die

1) S. die Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w.“, S. 284. 293.

Erhöhung der Kraft durch den grösseren Querschnitt erklären wir uns jetzt so, dass der Umfang des dickeren Muskels im Verhältniss zu seinem Querschnitt ein kleinerer ist, und dass dadurch der verderbliche Einfluss der Luft u. s. w. eingeschränkt wird. Wenn man aber auch den Gracilis und Semimembranosus als Einen Muskel präparirt, so hängen dieselben doch nur seitlich mit einem schmalen Streifen ihres Umfanges zusammen, so dass das Verhältniss des Gesammtumfanges zum Gesammtquerschnitt nahe das nämliche bleibt. Namentlich am oberen Ende ist dies der Fall, und vielleicht ist dies der Grund, weshalb hier das Zusammenlassen der Muskeln seltener, und im Mittel gar nicht, eine höhere Kraft liefert. Uebrigens ist nicht zu vergessen, erstens, dass die Kraft der Muskeln mit ihrem Querschnitt sich asymptotisch einer Grenze nähern muss, welche bei Muskeln von der Dicke des Gracilis und Semimembranosus vielleicht schon nahe erreicht ist; zweitens, dass, während diese Muskeln zusammen nur etwa doppelt so dick sind als die einzelnen Muskeln, jeder derselben etwa fünfmal dicker ist als der Sartorius, zehnmal dicker als der Cutaneus.[1] Könnte man den obigen Versuch mit einer fünf oder zehn statt mit einer nur zwei Mal dickeren Muskelgruppe anstellen, so würde man vermuthlich einen deutlicheren Ausschlag zu deren Gunsten erhalten. Diese Betrachtungen dienen dazu, dem Schluss vorzubeugen, den man zu ziehen jetzt geneigt sein könnte, dass die grössere elektromorische Kraft der dickeren Muskeln nicht auf ihrem grösseren Querschnitt, sondern auf einer specifisch grösseren Leistungsfähigkeit derselben beruhe: eine Vorstellung, gegen die auch die Thatsache spricht, dass das dickere obere Ende des Semimembranosus sich stärker negativ als das dünnere untere gegen den Aequator verhält[2]).

Hier ist der Ort, den Versuch des Hrn. Regnauld an der unteren Hälfte eines querdurchschnittenen Froschoberschenkels, dem sogenannten „Élément Matteucci“ (S. oben S. 418),

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 705.

2) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 712; — Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 688.

näher zu besprechen. Hr. Matteucci, anstatt den Muskelstrom auf den Gegensatz zwischen Längs- und Querschnitt zurückzuführen, blieb bekanntlich bei jenem Präparat als angeblich einfachstem Träger der elektromotorischen Thätigkeit der Muskeln stehen, und benutzte dasselbe bei zahlreichen Versuchen in dem Sinne, wie etwa ich den durch zwei senkrechte Querschnitte begrenzten Gracilis, indem er es einerseits mit dem Querschnitt, andererseits mit dem Knie auflegte.[1]) Ich brauche wohl kaum die an sich einleuchtenden Gründe zu wiederholen, aus denen diese Versuchsweise zu nichts führen kann. Abgesehen davon, dass der Querschnitt des Oberschenkels, wegen des ungleichen Zurückziehens der Muskeln, treppenförmig ausfällt und Längsschnitt eingemischt enthält, hat man es am Knie nicht mit Längsschnitt, sondern mit verwickelt gestalteten schrägen natürlichen Querschnitten zu thun, deren Wirkung von ihrer Parelektronomie abhängt. Nur bei hoher Parelektronomie wird sich also das Knie neutral, d. h. so positiv wie Längsschnitt gegen den Querschnitt verhalten. Bei geringer Parelektronomie oder nach zerstörter parelektronomischer Schicht am Sehnenspiegel des Triceps wird es im Gegentheil sich negativ verhalten, und bei längerem Aufliegen kann sogar leicht der Strom sich umkehren, wie er dies nicht selten an einem Gastroknemius thut, den man oben mit einem auf die Muskelaxe senkrechten künstlichen Querschnitt, unten mit dem Achillesspiegel auflegt[2]). Eine Bestimmung der Kraft des Matteucci'schen Präparates ist also ohne jedes Interesse, und anstatt dass so ein Maximalwerth der Kraft der Muskeln zu beobachten wäre, ist der Erfolg vielmehr völlig dem Zufall überlassen. Bei einigen gelegentlich an diesem Präparat ausgeführten Messungen fand ich dessen Kraft denn auch erheblich kleiner als die eines richtig aufgelegten Gracilis oder Semimembranosus desselben Frosches, und selbst Hrn. Regnauld's höchster Werth für die Kraft des Matteucci'schen

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 529 ff. — Vergl. Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni. Torino 1861. p. 95. 98. 102.

2) Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 661.

Präparates ($^{10}/_{179}$ = 0,056 Daniell) fällt mit unserem Mittelwerthe für die Wirkung eines dieser Muskeln zusammen.

Um die elektromotorische Kraft der Neigungsströme zu messen, bedarf man zweier unpolarisirbarer Zuleitungsröhren mit Thonspitzen. Der runde Compensator ist, wegen des zu geringen Umfanges seiner Theilung, mit dem geraden zu vertauschen. An künstlichen Muskelrhomben erhielt ich zwischen dem Längsschnitt der stumpfen Ecke nahe und einem kleinen senkrechten Querschnitt, durch den die spitze Ecke abgestumpft war, Spannungsunterschiede bis zu 0,107 Daniell. Die Kraft aber zwischen der Hauptsehne des Gastroknemius und einem kleinen senkrechten Querschnitt unmittelbar über der Achillessehne nach Zerstörung der parelektronomischen Schicht durch Kreosot oder Essigsäure ergab sich sogar im Mittel aus 12 Versuchen zu 0,114 Daniell; darunter sah ich sie zweimal auf 0,141, d. h. 5,6 Mal höher steigen, als Hr. Regnauld und Hr. Wundt.

Wir kommen nun zu einer Frage, deren Entscheidung sehr wünschenswerth wäre, und jetzt leicht erscheint, nämlich der nach der verhältnissmässigen Kraft der warm- und der kaltblütigen Muskeln. Der regere Stoffwechsel in den ersteren, ihre grösseren mechanischen Leistungen, insofern ein Zusammenhang der elektromotorischen mit der mechanischen Thätigkeit angenommen wird, lassen auf eine überlegene elektromotorische Kraft schliessen; und eine solche ist denn auch bereits als Thatsache mehrfach behauptet worden.

Aus den grösseren Ausschlägen, die er von Muskelmassen frisch getödteter warmblütiger Thiere trotz der raschen Abnahme ihres Stromes nach dem Tode erhielt, schloss Hr. Matteucci auf eine ursprünglich grössere Kraft derselben, und er sah eine Bestätigung seines Satzes darin, dass eine Säule aus lebenden Tauben einen stärkeren Strom gab, als eine Säule aus einer gleichen Anzahl von lebenden Fröschen, indem er jener den grösseren Widerstand beimass[1]). Doch blieb er damals

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 145; — Abth. II. S. 3. — Hr. Matteucci spricht zwar dabei stets von der

den Beweis hierfür schuldig, da er gerade bei dieser Gelegenheit versäumte, das ihm doch sonst geläufige Compensationsverfahren anzuwenden, was sich daraus erklärt, dass ihm der Vortheil dieses Verfahrens, den Widerstand zu eliminiren, nicht deutlich war[1]).

Seitdem hat aber Hr. Matteucci dies Versäumniss nachgeholt. Er hat Säulen aus Tauben- und Kaninchenmuskeln solchen aus Froschmuskeln entgegengesetzt, und gesehen, dass anfänglich erstere die Oberhand hatten, dass dann nach 20—30 Minuten der Strom Null ward, und nach einer Stunde der Ausschlag im Sinne der Froschmuskeln geschah[2]). Er stellte auch den Versuch mit nur einem querdurchschnittenen Oberschenkel vom Frosch und vom Kaninchen oder der Taube an, und liess die Querschnitte einander unmittelbar berühren[3]).

Hrn. Matteucci's ältere sowohl als neuere Versuche hat Hr. Cima in gleicher Art wiederholt, nur dass er in letzteren den halben Kaninchen- oder Tauben-Oberschenkel durch einen einzigen davon abgelösten Muskel ersetzte[4]).

Hr. Regnauld endlich hat, wie wir bereits sahen, als höchste Kraft der Kaninchenmuskeln $^{11}/_{179} = 0{,}061$ Daniell, als höchste der Froschmuskeln $^{10}/_{179} = 0{,}056$ angegeben (S. oben S. 418. 430. 435).

Inzwischen sind alle diese Versuche deshalb nicht beweisend, weil sie mit unregelmässigen Muskelmassen angestellt

---

„Intensität" statt von der elektromotorischen Kraft; doch ist es klar, dass er letztere meint.

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 246.

2) Philosophical Transactions etc. For the Year 1857. P. I. p. 134.

3) Lezioni di Elettro-Fisiologia. Corso dato nell' Università di Pisa nell' anno 1856. Torino 1856. p. 35; — Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni date in Torino ec. Torino 1861. p. 100.

4) Saggio ... sulle Correnti elettrofisiologiche. In Zantedeschi's Raccolta Fisico-chimica italiana, ec. 1848. Vol. III. p. 484; — Ricerche intorno ad alcuni punti di Elettro-Fisiologia. Memorie dell' Accademia delle Scienze di Bologna 1858. Tom. IX. p. 35; — Il nuovo Cimento ec. 1859. Tom. X. p. 413.

sind. Das Matteucci'sche Präparat kann aus den oben erwähnten Gründen nicht das Maass der Kraft der Froschmuskeln liefern, und Hrn. Regnauld's Zahl für letztere ist, wie wir sahen, bedeutend zu klein. Die Kraft der richtig behandelten Froschmuskeln übertrifft vielmehr die von ihm den Säugethiermuskeln zugeschriebene Kraft. Ebensowenig aber kann nunmehr ein auf's Gerathewohl abgehacktes Kaninchenbein, noch auch ein so unregelmässiger Muskel, wie die von Hrn. Regnauld angewendeten, ein Maass der Kraft der warmblütigen Muskeln liefern. Und es ist wohl zu bemerken, dass an einem unregelmässigen Präparat der Art die Kraft ebensowohl zu gross, wie zu klein erscheinen kann: wenn nämlich schräge natürliche Querschnitte ihre elektromotorische Wirkung in gleichem Sinne mit der des Stromes zwischen Längsschnitt und Querschnitt üben. Zur Erläuterung hiervon dient das Verhalten eines durch zwei künstliche Querschnitte begrenzten Gastroknemius oder Extensor cruris vom Frosch, wie es aus den Tabellen III. und X. in der Abhandlung „Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w." erhellt. Vor Zerstörung der parelektronomischen Schicht findet man an einem solchen Präparat die obere und untere Stromkraft nahe gleich, nach der Zerstörung übertrifft die untere Kraft die obere um eine ungeheure Grösse. Wenn also an den unregelmässigen Kaninchenmuskeln schwach parelektronomische Sehnenspiegel gleichsinnig mit dem künstlichen Querschnitt, am halben Froschoberschenkel aber umgekehrt wirkten, so konnte dies den Kaninchenmuskeln, trotz geringerer specifischer Kraft, das Uebergewicht verschaffen.

Ich habe mich, zur Beantwortung der vorliegenden Frage, an die regelmässigen Muskeln gewendet, an denen es auch bei den warmblütigen Thieren nicht ganz fehlt. Ausser dem Sartorius des Hundes, auf den schon Hr. Kühne aufmerksam gemacht hat,[1]) besitzen wir einen solchen, recht gut zugänglichen, auch noch an dem M. sterno-cleido-mastoïdeus des Kaninchens. Bei diesen Versuchen präparirte ein Gehülfe mög-

---

1) Dieses Archiv, 1859, S. 604.

lichst rasch die Muskeln, während ich die Messvorrichtung in Bereitschaft hielt und handhabte. So oft ich nun aber auch die regelmässigen Kaninchenmuskeln so warm und zuckend wie möglich auf die Thonschilder meiner Vorrichtung brachte, nie gelang es mir bisher, auch nur eine gleich grosse elektromotorische Kraft zu beobachten, wie an gut genährten und richtig behandelten Froschmuskeln, sondern die höchste Kraft, die ich gelegentlich erhielt, betrug nur 0,049.

Noch weniger vortheilhaft erwies es sich, von den beiden Thonspitzen der unpolarisirbaren Zuleitungsröhren die eine dem Längsschnitt, die andere dem Querschnitt der am lebenden Kaninchen entblössten und durch eine klaffende Querwunde getrennten Muskelmasse des Oberschenkels zu nähern. Die Wirkungen erreichten nicht einmal die obige Grösse.

Ich bin weit entfernt, hieraus schliessen zu wollen, dass die elektromotorische Kraft der lebenden warmblütigen Muskeln kleiner ist als die der kaltblütigen. Erwägt man das ausserordentlich rasche Absterben der ersteren, welches bekanntlich nicht erlaubt, sie ausserhalb des lebenden Körpers vom Nerven aus erfolgreich zu tetanisiren, geschweige ihre mechanischen Leistungen gleich denen der Froschmuskeln zu studiren, so erscheint unser Ergebniss ganz erklärlich, auch unter der Voraussetzung einer ursprünglich höheren elektromotorischen Kraft der Kaninchenmuskeln. Unstreitig würde man auch die specifische mechanische Kraft warmblütiger Muskeln unter denselben Umständen kleiner finden, als die der Froschmuskeln. Durch den Versuch darthun aber lässt sich die elektromotorische Ueberlegenheit der warmblütigen Muskeln nicht. Hrn. Matteucci's, Hrn. Cima's und Hrn. Regnauld's Erfolg erklärt sich daraus, dass sie die Froschmuskeln nicht richtig behandelten; und der absolut höhere Werth, den Hr. Regnauld für die Kraft der Kaninchenmuskeln im Vergleich zu unserer Bestimmung fand, beruht vermuthlich auf der Mitwirkung der Sehnenspiegel an den von ihm angewendeten Muskeln,

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 341.

deren Parelektronomie zu zerstören schon die Berührung mit dem Finger hinreicht.

Versuche an Vogelmuskeln konnten sich natürlich hiernach nicht lohnen. Von grossem Interesse wäre es, die elektromotorische Kraft von Säugethiermuskeln zu bestimmen, die nach Hrn. Claude Bernard's Angabe kaltblütig gemacht wurden [1]), wie auch die der Winterschläfer in ihrer Lethargie. Ich habe noch nicht Zeit gehabt, den ersten, und noch nicht Gelegenheit, den zweiten dieser Versuche anzustellen.

§. IV. Von der Grösse der elektromotorischen Kraft der Nerven in der Ruhe.

Hr. Matteucci hat mittels des Compensationsverfahrens die elektromotorische Kraft von Nerv und Muskel verglichen und gefunden, dass 8—11 Nerven, säulenartig angeordnet, dazu nöthig sind, um einem halben Oberschenkel das Gleichgewicht zu halten [2]). Hr. Cima hat ähnliche Versuche angestellt, indem er die elektromotorische Wirkung der oberen Hälfte eines Gastroknemius durch 4—5 säulenartig angeordnete Nerven aufhob [3]). Auch diese Versuche sind entwerthet durch die Anwendung unregelmässiger Muskelmassen. Auf alle Fälle ist die Kraft der Nerven grösser, als Hr. Matteucci und Hr. Cima sie veranschlagen.

Am dickeren Abschnitt des Ischiadnerven nämlich, oberhalb des Abganges der Oberschenkeläste, habe ich sie zu 0,022 gefunden, also nicht volle vier Mal kleiner als die grösste an senkrecht durchschnittenen Muskeln vorkommende Kraft. Am dünneren unteren Abschnitt beträgt die Kraft durch-

---

1) Leçons sur la Physiologie et la Pathologie du Système nerveux. Paris 1858. t. II. p. 12. — Leçons sur les Propriétés des Tissus vivants. Paris 1866. p. 274.

2) Philosophical Transactions etc. For the Year 1857. P. I. p. 135; — Lezioni di Elettro-Fisiologia. Corso dato nell' Università di Pisa nell' anno 1856 ec. Torino 1856. p. 43; — Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni ec. Torino 1861. p. 107.

3) Ricerche intorno ad alcuni punti di Elettro-Fisiologia ec. Bologna 1858. p. 98 e seg.

schnittlich nur etwa 0,018. Die Kraft der Froschnerven ist sonach etwa eben so gross wie die des doch viel dickeren oberen Endes des Cutaneus, die sich zu durchschnittlich 0,019 veranschlagen lässt. Die elektromotorische Kraft der Nerven ist also im Vergleich zu der der Muskeln sehr viel grösser als der Querschnitt der Nerven im Vergleich zu dem der Muskeln; und man darf schliessen, dass sie bei gleichem Querschnitt grösser sein würde als die der Muskeln.

Die Kraft der Nerven warmblütiger Thiere mass ich am N. ischiadicus des Kaninchens. Der höchste Werth, den ich erhielt, 0,026, überstieg nicht sehr den höchsten am oberen Abschnitt des Ischiadicus vom Frosche beobachteten Werth, da doch in Betracht des grösseren Querschnittes schon bei gleicher Beschaffenheit der Nerven eine grössere Kraft zu erwarten gewesen wäre. Es wiederholt sich also hier das was wir schon bei Untersuchung der Säugethiermuskeln erfuhren, dass nämlich eine grössere elektromotorische Kraft der warmblütigen Gewebe unmittelbar nicht nachzuweisen ist. Bei den Muskeln liess sich dies darauf zurückführen, dass sie, wie die schnell sinkende mechanische Leistung bekundet, zu rasch absterben, als dass sich die vorausgesetzte, ursprüngliche Ueberlegenheit ihrer Kraft geltend machen könnte. Bei den Nerven scheint es nicht, als ob diese Rechtfertigung ihrer verhältnissmässig nicht grösseren elektromotorischen Kraft zulässig wäre. Denn die Nerven der Säugethiere, wenn nur die Organe, auf die sie wirken, leistungsfähig bleiben, wie dies z. B. für den Vagus der Fall ist, bleiben ihrerseits erkaltet und ohne Kreislauf lange leistungsfähig, wie sie denn auch auf ihrem Querschnitt, im Vergleich zu den Muskeln, arm an Blutgefässen sind. Nur wo krafterzeugende Ganglienkugeln vorhanden sind, in der sogenannten grauen Substanz, in der Ganglienkugelschicht der Retina, ist das Nervengewebe gefässreich, zum Zeichen des hier stattfindenden ansehnlichen Stoffverbrauches.

§. V. Von der Grösse der elektromotorischen Kraft der Nerven im Elektrotonus.

Ich wendete mich nun dazu, die elektromotorische Kraft zu bestimmen, welche an den Nerven im Elektrotonus hervortritt. Zur Zuleitung des erregenden Stromes und zur Ableitung des Stromes des elektrotonisirten Nerven dienten Zuleitungsröhren mit Thonspitzen. Die Aufstellung des Nerven geschah folgendermaassen. An der wagerechten Glasstange eines Nörremberg'schen (aus Glas und Kork verfertigten) Trägers[1]) verschoben sich zwei gefirnisste Korkstücke von der in Fig. 4 abgebildeten Gestalt. In der Rinne längs der First der, wie man sieht, dachähnlich zugeschnittenen Stücke lag der Nerv, und man konnte ihm dergestalt die Thonspitzen von oben her bequem und sicher anlegen, ohne dass er seitlich auswich. Die den elektrotonisirenden Strom zuführenden Thonspitzen wurden über dem einen, die den Elektrotonusstrom abführenden Thonspitzen über dem anderen Kork dem Nerven angelegt, wie die Figur zeigt. So waren die erregte und die abgeleitete Strecke, abgesehen von ihrer Verbindung durch den Nerven selber, so sicher wie möglich von einander isolirt. Die Länge dieser beiden Strecken betrug bei den folgenden Versuchen beiläufig stets 10 Mm.; die Länge der ableitenden Strecke, wie wir die Strecke zwischen der erregten und der abgeleiteten Strecke nennen wollen, wurde nach Bedürfniss verschieden gewählt. Die ganze, aus dem Nörremberg'schen Träger und den vier unpolarisirbaren Zuleitungsröhren bestehende Vorrichtung befand sich in einer feuchten Kammer. Die erregende Kette war eine zehngliederige Grove'sche Säule der kleineren Art, deren Strom durch ein Rheochord abgestuft wurde. Waren sämmtliche Stöpsel aus dem Rheochord entfernt, so wurde bei Gegenwart eines Nerven im Kreise die Stromstärke durch das Rheochord nur um $^1/_{30}$ vermindert.

Gleich die ersten Versuche zeigten, dass mit den jetzigen

1) Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1861. S. 1105. 1106.

Hülfsmitteln hier eine Fülle neuer Erscheinungen zu beobachten ist. Unter den früheren Umständen waren die elektromotorischen Wirkungen des elektrotonisirten Nerven immer nur flüchtig, und deshalb schwer aufzufassen. Dies lag wesentlich an drei Ursachen die jetzt fortfallen: 1. an der Trockniss des (noch überdies durch den Strom erwärmten) Nerven, 2. an der Zerstörung des Nerven durch die an den Platinelektroden ausgeschiedenen Ionen, 3., und vorzüglich, an der doppelten Polarisation, nämlich der an den Platinelektroden der stromzuführenden Vorrichtung, und der an den Platinplatten der Zuleitungsgefässe. Demgemäss treten die Elektrotonusströme jetzt mit einer Stärke und Beständigkeit auf, dass man seinen Augen kaum traut, und es geben sich Umstände kund, von denen früher keine Andeutung vorhanden war, und welche die ganze Angelegenheit in einem neuen Licht erscheinen lassen. Obschon es nicht in meiner Absicht liegt, hier ausführlich auf diesen Gegenstand einzugehen, bin ich doch genöthigt, um das gegenwärtige Ziel zu erreichen, Einiges davon zur Sprache zu bringen.

Es wird zweckmässig sein, dabei die früher von mir gebrauchte Terminologie mit Rücksicht auf die seitdem in diesem Gebiete gemachten Fortschritte abzuändern. Die Ausdrücke „positive“ und „negative Phase“ verdankten ihre Entstehung der Art, wie ich zuerst zur Beobachtung des Stromzuwachses im Elektrotonus kam, wobei sich dieser Zuwachs als eine Verstärkung oder Schwächung des ursprünglichen Nervenstromes darstellte. Sie sind aber sichtlich ungeeignet, den veränderten Zustand zu bezeichnen, in den die beiden extrapolaren Strecken versetzt sind, da nur, wenn der Aequator in der intrapolaren Strecke liegt, beide extrapolare Strecken sich ihrer ganzen Länge nach beziehlich in der positiven und negativen Phase befinden. Liegt der Aequator in der einen extrapolaren Strecke, so trennt er eine Nervenhälfte in positiver von einer in negativer Phase, während er doch auf die Fortpflanzung des Elektrotonus einen Einfluss weder übt noch üben kann. In diesem Falle wird es geradezu falsch, wenn man z. B. sagt, der Zuwachs in der positiven übertreffe den in der negativen Phase. Hälftet gar der Aequator die abgeleitete Strecke, so ist der

ursprüngliche Strom Null, und jene Ausdrücke verlieren vollends alle Bedeutung. Die Beibehaltung derselben würde aber auch, abgesehen von diesen Uebelständen, die Einsicht erschweren in den Zusammenhang der von mir beobachteten mit den Pflüger'schen Thatsachen. Es ist klar, dass, was ich als positive und negative Phase des Elektrotonus zu bezeichnen pflegte, beziehlich mit dem Anelektrotonus und mit dem Katelektrotonus zusammenfällt. Demgemäss wird künftig, statt vom Stromzuwachs in der einen oder anderen Phase, vom anelektrotonischen und katelektrotonischen Stromzuwachs, oder auch vom Anelektrotonus- oder Katelektrotonus-Strom schlechthin, die Rede sein. Liegt der Aequator in der intrapolaren Strecke, für welchen Fall allein, wie wir eben sahen, die Ausdrücke positive und negative Phase zutreffen, so entspricht die scheinbare Verstärkung des ursprünglichen Stromes also der Herabsetzung, dessen scheinbare Schwächung der Erhöhung der Erregbarkeit.

Ein erster Fortschritt, der mir jetzt hier gelang, betrifft die Täuschungen, denen man durch das Hereinbrechen des erregenden Stromes in den Bussolkreis ausgesetzt ist. Ich wollte natürlich nicht unterlassen, bei der so sehr gesteigerten Empfindlichkeit der Vorrichtung mich von Neuem hierüber zu unterrichten. Ich verfuhr dabei im Wesentlichen wie früher, indem ich bald den Nerven in der ableitenden Strecke zerschnitt, bald statt des Nerven einen mit einer 0,75 procentigen Kochsalzlösung getränkten Wollfaden in die Rinne der Vorrichtung bettete.

Es zeigte sich zunächst, dass bei grösseren Stromstärken (sechs Grove, keine Stöpsel), trotz der vollkommensten Isolation, die sich in der feuchten Kammer erreichen liess, eine unipolare Wirkung der Art, wie ich sie in meinem Werke beschrieben habe,[1]) im Betrage von etwa $\pm 1^{sc}$ übrig blieb. Auf diese wird man also stets gefasst sein und sich hüten müssen, sie als einen die Durchschneidung der ableitenden Strecke überdauernden Rest von Elektrotonus anzusehen, wozu die Uebereinstimmung ihrer Richtung mit der des Elektrotonusstromes ver-

1) A. a. O. Bd. II. Abth. I. S. 496.

leiten kann. Ihre Natur wird leicht erkannt dadurch, dass sie fortbesteht, auch wenn man den Bussolkreis zwischen der Bussole und der entfernteren Thonspitze öffnet oder letztere vom Nerven abhebt. Dadurch wird auch bewiesen, dass es sich nicht um einen Zweig eines Stromzweiges handelt, der von der, der abgeleiteten Strecke näheren Thonspitze der Säule durch Nerv, Kork und Glas sich zu der von jener Strecke entfernteren Thonspitze begäbe.

Abgesehen von dieser Störung treten, wenn die ableitende Strecke sehr kurz, d. h. nur etwa 1 Mm. lang ist, bei grösserer Stromstärke Wirkungen auf, welche keinem Gesetz zu gehorchen scheinen, da sie bald stark, bald schwach, bald dem Elektrotonusstrom gleich, bald ihm entgegengesetzt gerichtet sind. Solchen Wirkungen war ich schon früher manchmal begegnet, wenn ich nach Durchschneidung des Nerven den einen oder anderen Abschnitt wieder auflegte, und bei sehr verkürzter ableitender Strecke die Durchschneidung nochmals vornahm. Es hatte dann öfter den Anschein, als beständen trotz der Durchschneidung die Elektrotonusströme geschwächt fort, und zuweilen, als hätten sich diese Ströme zugleich umgekehrt. Bei der jetzigen Art der Ableitung, mittels der Thonspitzen, fiel es auf, dass eine sehr geringe quere Verschiebung der einen oder anderen Spitze am Umfang des Nerven oder Fadens hinreichte, um die Grösse der Wirkung bedeutend zu verändern, ja deren Sinn umzukehren.

Folgende Ueberlegung deckt den Grund dieser Erscheinungen auf. Man denke sich der Oberfläche eines leitenden gleichartigen Cylinders, in einer der Axe parallelen Geraden, ein stromzuführendes Elektrodenpaar $+E$ und $-E$ (S. Fig. 5) angelegt, so wird die Durchschnittslinie einer durch die Axe und jene Gerade gelegten Ebene mit der Cylinderoberfläche eine Strömungscurve sein. In den beiden punktirten Parallelkreisen $e_1 e_2$, $\varepsilon_1 \varepsilon_2$ denke man sich ferner der Cylinderoberfläche die Enden eines ableitenden Bogens angelegt. Im Allgemeinen wird sich durch den Bogen ein Stromzweig ergiessen; und zwar ist leicht zu sehen, dass er von e_1 nach ε_1 und ε_2 wie der Elektrotonusstrom, von ε_1 und ε_2 nach e_2 umgekehrt

fliessen wird. Geht der ableitende Bogen aus einer der ersteren Lagen in eine der letzteren über, so muss der Stromzweig durch Null hindurch sein Zeichen wechseln. Auch von e_1 nach e_2 und von ϵ_1 nach ϵ_2 wird man natürlich Stromzweige im Bogen erhalten. Das Verhalten bleibt im Wesentlichen dasselbe, wenn $-E$ nach $(-E)$ hin gerückt wird. Dies Alles fliesst zu einfach aus bekannten Grundsätzen, als dass ein Zweifel daran sein könnte; doch unterliess ich nicht, mich von der Richtigkeit obiger Schlüsse durch den Versuch an einem etwa 8 Mm. dicken Cylinder zu überzeugen, den ich aus Thon formte, und dem ich, gleich einem Nerven, die beiden Paare von Thonspitzen anlegte.

Lässt man in Gedanken den Cylinder im Vergleich zu den angelegten Spitzen und ihrem Abstande immer dünner werden, bis die Verhältnisse denen am Nerven oder Faden ähnlich sind, so bleiben doch die Curven an seiner Oberfläche im Wesentlichen dieselben. Man versteht also dergestalt die raschen Wechsel der Grösse und Richtung des abgeleiteten Stromzweiges bei kleinen seitlichen Verschiebungen der Spitzen wenigstens in mehreren Hauptfällen. Bei anderen Lagen der den Strom zuführenden Spitzen kann man nicht mehr mit gleicher Sicherheit die Betrachtung durchführen; man sieht aber leicht, dass die Sache stets auf das Nämliche hinauslaufen wird, und man wird ohnehin darauf verzichten müssen, in jedem einzelnen Falle Grösse und Richtung des Stromzweiges genau zu erklären, weil der Punkt, wo die verhältnissmässig grobe und auch nachgiebige Thonspitze den Umfang des Nerven oder Fadens ableitend berührt, nicht scharf anzugeben ist.

Von diesen Wirkungen sind die dem Elektrotonus angehörigen stets leicht durch ihre Stärke und durch die Beständigkeit ihrer Richtung zu unterscheiden. Sie wurden fortan nur noch zwischen Punkten des natürlichen Längsschnittes des Nerven und in solcher Entfernung von beiden Querschnitten beobachtet, dass der ursprüngliche Strom so gut wie Null war; und was etwa von diesem übrig blieb, wurde mit Hülfe des im Nervenkreise befindlichen Compensators vernichtet, so dass Anelektrotonus- und Katelektrotonus-Strom rein hervortraten. Die

neue und wichtige Thatsache, die sich jetzt sogleich ergab, besteht darin, dass der Zustand des Nerven im Elektrotonus kein Zustand des Gleichgewichtes, sondern einer der steten Veränderung ist, und dass diese Veränderung im Anelektrotonus und Katelektrotonus, wie sie sich elektromotorisch ausspricht, nach verschiedenem Gesetze vor sich geht.

Es zeigt sich nämlich, dass vom ersten Augenblick an, wo die Beobachtung möglich ist, der Katelektrotonusstrom sinkt, um sich asymptotisch einer unteren Grenze zu nähern; der Anelektrotonusstrom hingegen von dem entsprechenden Augenblick an wächst, ein Maximum erreicht, und erst dann nach vergleichsweise langer Zeit sinkt. Die Curven in Fig. 6 stellen in ihrer ausgezogenen Strecke dieses Verhalten schematisch dar. Die Curve $a_1 a_2$ bezieht sich auf den Anelektrotonus, die beiden Curven $k_1 k_2$, $k^1 k^2$ auf den Katelektrotonus. Der Augenblick s soll der der Schliessung der erregenden Kette, der t_1 der sein, wo der Spiegel zur Ruhe gekommen ist; doch ist zu bemerken, dass der Abschnitt st_1, dem in Wirklichkeit nur wenige Secunden entsprechen, im Vergleich zu der sonstigen Länge der Zeichnung viel zu gross ist, da bis zum Maximum des Anelektrotonusstromes Minuten verstreichen.

Das Verhalten ist, im Grossen, unabhängig von der Richtung, in der sich der Elektrotonus ausbreitet, d. h. man beobachtet es sowohl bei auf- als bei absteigendem Elektrotonus. Ich habe es wahrgenommen mit erregenden Strömen von jeder Stärke, bis zu der vollen Stärke der zehngliederigen Grove'-Säule; und bei jeder Länge der ableitenden Strecke von 1 Mm. bis zu 15 Mm.; doch verwirrten sich hier zuletzt die Erscheinungen.

Von dem Maassstab, in dem sich diese Phänomene bewegen, mögen folgende Zahlen eine Vorstellung geben. Ein Grove, (ohne Nebenschliessung); Elektrotonus aufsteigend; Hauy'sche Astasie; Länge der ableitenden Strecke 5 Mm.; Anelektrotonusstrom. Sobald beobachtet werden kann, zeigt sich der Spiegel bei 170^{sc} in vorschreitender Bewegung begriffen. Nach etwa 3 Minuten ist das Maximum bei 211 erreicht; die

Kette wird geöffnet, und nach einigen Minuten in umgekehrter Richtung geschlossen. Katelektrotonusstrom kann zuerst beobachtet werden bei 155; sinkt in wenigen Minuten auf 90; nach längerer Zeit wird der Spiegel, noch immer langsam sinkend, auf 66 gefunden.

In einem Versuch mit vier Grove (ohne Nebenschliessung und ohne Hauy'sche Astasie) wuchs der Anelektrotonusstrom von 122^{sc} bis 333, also fast um das doppelte; der Katelektrotonusstrom sank von 145 sehr rasch bis 80, dann langsamer bis 35, wo die Beobachtung aufhörte.

Das Wachsen des Anelektrotonusstromes kann, als Thatsache, nicht anders aufgefasst werden, als wie es im Obigen geschehen ist; das Sinken des Katelektrotonusstromes hingegen könnte auch daher rühren, dass der erregende Strom unbeständig wäre. Bringt man in den erregenden Kreis eine Bussole, so macht sich in der That, und zwar je stärker der Strom ist, um so schneller, eine Abnahme desselben bemerkbar. Wird der Strom im Nerven plötzlich umgekehrt, so erfolgt ein kleiner Sprung, dem eine Spur langsamen Wachsens folgt; der Strom bleibt aber schwächer, als er ursprünglich war. Der Sprung rührt wohl vornehmlich her von innerer Polarisation des Nerven; das langsame Wachsen deutet auf ein geringes Maass secundären Widerstandes, der sich zum Theil wenigstens als äusserer secundärer Widerstand dadurch kundgiebt, dass das Rücken der positiven Spitze, auch nach Aussen, einen positiven Sprung der Stromstärke zur Folge hat.

Vier Grove gaben z. B. im ersten Augenblick $118{,}5^{sc}$; nach 15' war die Ablenkung auf 96 gesunken. Umlegen der Wippe bewirkt Sprung auf 104 und der Strom erhebt sich langsam auf 110. Schon der Vergleich dieser Zahlen mit den oben angeführten, welche den Verlauf des Katelektrotonusstromes bei der gleichen Stromstärke erläutern, zeigt dass dieser Verlauf nicht füglich allein der Unbeständigkeit des erregenden Stromes zuzuschreiben sei; denn während letzterer nur um etwa $^1/_5$ seiner ursprünglichen Stärke sinkt, beträgt der Verlust des Katelektronusstromes über $^3/_4$. Dennoch hielt ich es für rathsam, diesen Punkt durch besonders darauf gerichtete Ver-

suche ausser Zweifel zu stellen, zu welchem Zweck ich zwei Wege einschlug.

Beide setzen voraus, dass in den Kreis des Elektrotonusstromes und in den des erregenden Stromes gleichzeitig Bussolen eingeschaltet sind und abgelesen werden. Die Beobachtungen an der letzteren Bussole übernahm Hr. Dr. Rosenthal. Zuerst gingen wir so zu Werke, dass wir alle viertel Minuten auf ein gegebenes Zeichen den Stand unserer Bussolen ablasen. Es wäre nutzlos, die sämmtlichen Zahlen der sechs so angestellten Versuchsreihen, wobei 2, 4, 5, 10 Grove in auf- und in absteigender Richtung zur Anwendung kamen, hier abzudrucken. Es genüge zu bemerken, dass stets das Sinken des Katelektrotonusstromes unverhältnissmässig schneller erfolgte, als das des erregenden. Bei 4 Grove und absteigendem Strom sank dieser in 4 Minuten beispielsweise von 45 auf 41; der Katelektrotonusstrom gleichzeitig von 65 auf 22; jener um $^{1}/_{11}$, dieser um $^{2}/_{3}$ seiner ursprünglichen Grösse u. s. f. Das zweite Verfahren bestand darin, dass, während ich alle viertel Minute ablas, Hr. Dr. Rosenthal bemüht war, den erregenden Strom mittels eines Rheochords, das er als Rheostat handhabte, beständig zu erhalten. Obschon dies in vier Versuchsreihen, gleichfalls bei beiden Stromrichtungen, so gelang, dass die Stromstärke nur um wenige Hundertel auf und ab schwankte, zeigte doch der Katelektrotonusstrom dieselbe schnelle Abnahme, welche also im Wesen des Vorganges begründet ist.

Das Maximum des Anelektrotonusstromes liegt immer weit über dem erstbeobachteten Werthe des Katelektrotonusstromes; dagegen der erstbeobachtete Werth des Anelektrotonusstromes bald über, bald unter dem entsprechenden Werthe des Katelektrotonusstromes lag, wie dies die Curven $k_1 k_2$, $k^1 k^2$ erläutern. Der höhere Anfangswerth des Katelektrotonusstromes kam auch vor, wenn der Katelektrotonus nach dem Anelektrotonus beobachtet wurde, so dass eine Täuschung durch die Ermüdung des Nerven ausgeschlossen scheint. Dies Verhalten ist im Widerspruch mit der älteren Erfahrung, wonach beim Tetanisiren mittels des Poggendorff'schen Inversors, wobei doch nur die Anfangswerthe der Ströme zur Wirkung kommen, abgesehen

von der negativen Schwankung, stets der Anelektrotonus die Oberhand hat,[1]) und es bedarf weiterer Versuche, mit einer Bussole auch im erregenden Kreise, um diesen Punkt aufzuklären, wie denn überhaupt hinsichtlich der feineren Züge des zeitlichen Verlaufes der Elektrotonusströme noch Alles zu thun ist, ja die Untersuchung dieser Ströme auch in anderer Richtung jetzt so gut wie von vorn anzufangen hat.

Um aber die Bedeutung der über den Verlauf der Elektrotonusströme ermittelten Thatsache mit einem Worte zu beleuchten, genügt es auszusprechen, dass dieser Verlauf im Wesentlichen übereinstimmt mit dem der von Hrn. Pflüger erforschten Erregbarkeitsveränderungen im Elektrotonus.

Vom absteigenden extrapolaren Anelektrotonus durch schwächere polarisirende Ströme sagt Hr. Pflüger[2]): „Erstaunt bemerken wir, die wir daran gewöhnt sind, die Bewegungserscheinungen an den Nerven mit den Sinnen unfassbarer Geschwindigkeit vor sich gehen zu sehen, wie der Anelektrotonus nicht urplötzlich bei der Schliessung .... vorhanden ist, sondern nur sehr langsam anschwillt, und nach vielen Secunden erst sein Maximum erreicht.“ Wenn er hinzufügt: „Ich habe nicht selten bei schneller Reizung nach erfolgter Schliessungszuckung keine Spur einer veränderten Erregbarkeit nachweisen können, die nach 30 Secunden oder 1 Minute doch sehr stark herabgesetzt war“, — so ist dies wohl nicht so zu verstehen, als sei die Erregbarkeitsveränderung im ersten Augenblick Null, sondern nur so, als sei sie unter den gegebenen Umständen gerade nicht nachweisbar gewesen. Denn dass sie mit gleicher Geschwindigkeit von der Anode absteige, wie die den Anelektrotonusstrom erzeugende Veränderung des Nerven, also zugleich, nach Hrn. Helmholtz[3]), wie der Innervationsvorgang, hat Hr. Pflüger selber durch einen ebenso einfachen wie sinn-

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 470.

2) Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus. Berlin 1859. S 319.

3) Monatsberichte der Berliner Akademie, 1854. S. 329. 330.

reichen Versuch unmittelbar dargethan [1]). Ebenso heisst es vom aufsteigenden Anelektrotonus, er wachse sehr langsam nach der Schliessung des polarisirenden Stromes an. „Darum wurde „bei allen vorhergehenden Versuchen . . . stets 25 Sekunden „nach der Schliessung gewartet, ehe die Reizung vorgenommen „worden ist . . . Während der Schliessung nimmt dann später „der Anelectrotonus bei fortdauernder Schliessung in seiner Wir„kung wieder langsam ab [2])".

Im Gegensatz hierzu wird der zeitliche Verlauf des abstei„genden Katelektrotonus so geschildert: „Bei der Schliessung „des polarisirenden Stromes erscheint mit den Sinnen entschwin„dender Geschwindigkeit der absteigende Katelectrotonus und „wächst dann noch rasch um ein Geringes an. Bei fortdauern„der Schliessung nimmt er ganz allmälig und sehr langsam „wieder ab . . . [3])" Ebenso der Verlauf des aufsteigenden Katelektrotonus: „Soviel lässt sich . . . bereits ohne alle feineren Hülfs„mittel wahrnehmen, dass sehr kurze Zeit nach erfolgter Schlies„sungszuckung der katelectrotonische Zustand noch nicht sein „Maximum erreicht hat, da man gewöhnlich bei dauernder „Schliessung anfänglich keine so bedeutende Verstärkung der „Zuckung wahrnimmt als nachher. Gleichwohl aber ist dieser „Unterschied klein und durchaus nicht besonders auffallend [4])".

Der Parallelismus der Erscheinungen ist für den Anelektrotonus, wie man sieht, vollständig; der Anelektrotonusstrom und die Verminderung der Erregbarkeit erreichen beide mit ziemlicher Langsamkeit ein Maximum und sinken allmählich wieder davon herab. Was den Katelektrotonus betrifft, so scheint dagegen eine Abweichung des zeitlichen Verlaufes des Stromes und der Erregbarkeitsveränderung darin zu liegen, dass während der Katelektrotonusstrom von uns stets bereits sinkend angetroffen wurde, Hr. Pflüger die Erhöhung der Erregbarkeit während der ersten Augenblicke der Schliessung noch um

1) A. a. O. S. 442 ff.
2) A. a. O. S. 390.
3) A. a. O. S. 349.
4) A. a. O. S. 265.

eine kleine Grösse wachsen sah. Allein die Untersuchung auf die Erregbarkeitserhöhung kann innerhalb einer Secunde nach der Schliessung des polarisirenden Stromes vorgenommen werden, dagegen 8—10 Secunden verstreichen, ehe die Bussole den Verlauf der Stromstärke ohne Weiteres erkennen lässt. Anstatt bereits eine Abweichung des Ganges der elektromotorischen Erscheinungen von dem der Erregbarkeitsveränderungen im Katelektrotonus anzuerkennen, dürfen wir also bis auf Weiteres annehmen, dass unsere Beobachtung minder vollständig ist, als die des Hrn. Pflüger. Der Gang des Katelektrotonusstromes ist vielleicht der, dass nach einer Zeit, die hier ausser Acht bleibt, der Strom in endlicher Stärke vorhanden ist, um eine kleine Grösse ansteigt, sofort ein Maximum erreicht, und darauf rasch sinkt; das letztere Stadium wäre es, worin er stets bereits von uns angetroffen wurde. Das punktirte Curvenstück $k^0 k^1$ zwischen s und t′ in Fig. 6 würde diesen Gang darstellen, wie das entsprechende Stück a_0 a_1 den Gang des Anelektrotonusstromes in demselben Zeitraum. Wie ein Blick auf die Figur zeigt, hat diese Annahme den Vortheil, dass dabei der oben bezeichnete Widerspruch zwischen unseren jetzigen und den mit dem Poggendorff'schen Inversor gemachten Erfahrungen leicht zu lösen ist. Ist dieselbe richtig, so würde der Verlauf beider Ströme somit doch mehr übereinstimmen, als es jetzt zuerst schien. Beide Ströme hätten danach ein Maximum, nur läge das des Katelektrotonusstromes viel tiefer und dem Schliessungsaugenblick viel näher, als das des Anelektrotonusstromes. Ja es wäre möglich, dass allein dem Katelektrotonusstrom wirklich ein Maximum zukäme. Das Herabsinken des Anelektrotonusstromes von seinem Maximum könnte so aufgefasst werden, als strebe dieser Strom asymptotisch einer Grenze zu, sänke aber wegen abnehmender Leistungsfähigkeit des Nerven und wegen der Unbeständigkeit des erregenden Stromes zuletzt schneller, als er sich jener Grenze nähere.

Diese und viele andere Fragen für den Augenblick zur Seite lassend, schritt ich endlich dazu, die elektromotorische Kraft der Elektrotonusströme zu messen. Dies Unternehmen wird durch die jetzt erkannte Unbeständigkeit der Ströme sehr

erschwert, welche sich beim Compensiren derselben im Wesentlichen ganz ebenso kundgiebt, und also nicht oder nur zu einem kleinen Theil von Polarisation oder von Widerstandsänderungen abgeleitet werden könnte. Dafür beschränkt sich aber unsere Aufgabe jetzt darauf, bei möglichst starkem erregenden Strome und möglichst kurzer ableitender Strecke das Maximum der Anelektrotonusstromkraft zu bestimmen, wobei uns jene Unbeständigkeit am wenigsten stört. Es wird genügen, wenn ich anführe, dass ich bei vier bis fünf Grove im erregenden Kreise (ohne Nebenschliessung), 15 Mm. langer abgeleiteter und etwa 2 Mm. langer ableitender Strecke mehrmals eine Kraft von über 0,5 Daniell beobachtet habe, wo nach dem Durchschneiden der ableitenden Strecke nur ± 1^{sc} Wirkung übrig blieb. Die untere Grenzkraft des Katelektrotonus unter den nämlichen Umständen belief sich nur auf 0,05.

§. VI. Von der Grösse der elektromotorischen Kraft der Drüsen.

Aus Versuchen, welche theils früher von mir[1]), theils neuerdings von Hrn. Dr. Rosenthal angestellt sind,[2]) scheint zu folgen, dass zu den Organen der elektromotorischen Fische und den Muskeln und Nerven auch die Drüsen als elektromotorische Organe zu rechnen sind. Wo absondernde Drüsen mosaïkförmig auf einer Fläche nebeneinander stehen, scheint diese Fläche der Sitz einer darauf senkrechten elektromotorischen Kraft zu sein, welche nach meinen Versuchen bei der äusseren Haut der Amphibien und nach Hrn. Rosenthal bei der Magen- und Darmschleimhaut von der freien Fläche in's Innere gerichtet ist.

Es war von Wichtigkeit, die elektromotorische Kraft, welche diesen neuen thierisch-elektrischen Strömen zu Grunde liegt,

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 9 ff. — Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften, 1851. S. 3.; — Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. II. S. 138.

2) Fortschritte der Physik u. s. w. 1860. S. 545. — Dies Archiv, 1865. S. 301.

mit der der Muskeln und Nerven zu vergleichen. Dies geschah mittels einer der von Hrn. Rosenthal a. a. O. beschriebenen ganz ähnlichen Vorrichtung. Ein Stück Froschhaut wurde zwischen zwei Glimmerblätter gelegt, welche an gegenüberliegenden Stellen von einem kreisrunden Loche von 2,5 Mm. Durchmesser durchbohrt waren; durch dies Loch wurde jederseits ein Thonzapfen gegen die Haut gepresst, der der vorderen Fläche der Thonschilder angeknetet war.

Es zeigte sich zunächst, dass bis zu einer gewissen Grenze die Kraft mit der Grösse des Hautstückes rasch wächst. Ein kleines nur eben das Loch deckendes Stück gab eine Kraft von nur etwa 0,004; ein grösseres, unmittelbar neben jenem geschnittenes etwa die zehnfache Kraft. Auch am Rande eines grösseren Stückes erhält man kleinere Werthe. Diese Ergebnisse entsprechen völlig den Forderungen der von Hrn. Dr. Rosenthal entwickelten Theorie. Die grösste Kraft, die ich so beobachtet habe, betrug 0,051. Die hier vorkommenden Kräfte sind also von gleicher Ordnung mit denen zwischen Längs- und Querschnitt der Muskeln, obschon sie die der dickeren Muskeln nicht erreichen.

Die Kraft der Magenschleimhaut des Frosches fand ich nur = 0,012.

§. VII. Von der Grösse der elektromotorischen Kraft einiger Flüssigkeitsketten.

An sich haben die mitgetheilten Messungen keine grosse Bedeutung. Ob den thierisch-elektrischen Strömen, wie wir sie ableiten, ein Spannungsunterschied von so vielen Tausendteln oder so vielen Zehnteln eines Daniells zu Grunde liege, kann gleichgültig erscheinen, da ich durch vollkommen scharfe Schlüsse gezeigt habe, dass aus der Kleinheit der nach aussen wirksamen elektromotorischen Kraft nicht auf die Kleinheit der im Inneren thätigen zu schliessen sei, vielmehr diese fast beliebig grösser sein könne [1]). Nicht ihrer absoluten Grösse verdanken die elektrischen Erscheinungen der Muskeln, Nerven und Drüsen

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 688 ff.

ihre Bedeutung, sondern den Beziehungen zu den übrigen Functionen, welche sich in ihren Gesetzen und in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Umständen aussprechen.

Gegenüber der hergebrachten Vorstellung, wonach es sich bei jenen Erscheinungen um kaum wahrnehmbare Grössen handelt, überrascht es jetzt zu finden, dass in einem Kreise von hinlänglichem Widerstande eine Säule aus sieben Gastroknemien einen Daniell ersetzen würde; einen höheren Werth aber werden unsere Zahlen erst erhalten, wenn sie uns hinsichtlich des Ursprunges und der Bedeutung der thierisch-elektrischen Ströme zu neuen Einsichten verhelfen.

Wenn sich z. B. auf Grund unserer Messungen ergäbe, dass die höchste aus einer bestimmten Ursache entspringende elektromotorische Kraft unter der der thierischen Erreger bliebe, so wäre dadurch ohne Weiteres der Beweis geführt, dass diese Ursache die der thierisch-elektrischen Ströme nicht sei.

Von den bekannten Ursachen galvanischer Ströme sind es nur drei, an welche man, behufs der Erklärung der elektromotorischen Kraft der Nerven, Muskeln u. s. w., denken kann. Dies ist 1. die, welche die Ströme in den Ketten aus mehreren Flüssigkeiten, 2. die, welche die Wild'schen Hydro-Thermoströme, 3. die, welche die Quincke'schen Diaphragmaströme erzeugt. Die elektromotorische Kraft der beiden letzteren Arten von Strömen ist durch deren Entdecker sogleich in mehreren Fällen genau bestimmt worden; dagegen über die der ersten Art besitzen wir fast gar keine Nachrichten. Abgesehen von einer Angabe des Hrn. Scoutetten über das was er die elektromotorische Kraft zwischen arteriellem und venösem Blute nennt (S. unten S. 479), sind mir keine anderen Kraftmessungen an Flüssigkeitsketten bekannt geworden, als zwei von Hrn. Wild bei Gelegenheit seiner Versuche über Hydro-Thermoströme veröffentlichte[1]). Es blieb mir, um die vorige Untersuchung in der angedeuteten Richtung fruchtbar zu machen, also nichts übrig, als hier selber Hand an's Werk zu legen. Dazu boten, was die Messung der Kräfte betrifft, mein Verfahren und meine

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1858. Bd. CIII. S. 353.

im Vorigen angewendeten Vorrichtungen das bequemste Mittel dar. Es handelte sich nur noch darum, die hier zweckmässigste Gestalt der Flüssigkeitsketten festzustellen.

Da ich eine sehr grosse Anzahl von Versuchen vor mir sah, konnte ich Hrn. Wild's Anordnung nicht wohl annehmen, welche unstreitig die vollkommenste, aber im Gebrauch etwas zu umständlich ist, wenn es darauf ankommt, zahlreiche Versuche rasch hintereinander abzumachen.

Ich versuchte zuerst, woran ja auch Hr. Wild gedacht hatte, die von Hrn. Magnus für elektrolytische Versuche angegebene Vorrichtung,[1] die mir letzterer freundlichst lieh, für meine Zwecke zu verwenden. Sie besteht aus einer Anzahl viereckiger Spiegelplatten, deren jede an einer Seite mit einem etwa halbkreisförmigen Ausschnitt versehen ist. Indem die senkrecht gestellten Platten mit den nach oben gekehrten Ausschnitten aufeinandergepasst und mittels Schrauben zusammengepresst werden, entsteht eine Rinne; durch zwei volle Platten zu beiden Enden des Satzes wird die Rinne zum Gefäss begrenzt, und durch poröse Scheidewände, die man zwischen die Platten klemmt, das Gefäss in Zellen getheilt, wenn man will in so viele, als ausgeschnittene Platten in seinen Bau eingehen. Mein Plan war, wie ich kaum zu sagen brauche, diese Zellen mit den verschiedenen Flüssigkeiten zu füllen, und die zu beobachtende elektromotorische Wechselwirkung durch die porösen Scheidewände hindurch stattfinden zu lassen. Als poröse Scheidewand nahm ich das hier käufliche Pergamentpapier, welches auch nach längster Zeit destillirtem Wasser keine saure Reaction mittheilte. Als ich aber mit dieser Vorrichtung zu arbeiten anfing, stiess ich auf die sonderbare Thatsache, dass die Kraft der Flüssigkeitsketten von einer kleinen Grösse langsam bis zu einem Maximum wuchs und dann wieder sank. Gegenversuche mit denselben Ketten ohne poröse Scheidewand nach der gleich zu beschreibenden Methode angestellt, wobei kein irgend vergleichbares Maximum eintrat, bestätigten mich in dem Verdacht, dass eine Störung

---

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1857. Bd. CII. S. 25. 26.

durch jene Wand obwalte. Da das allmähliche Durchdringen des Pergaments nur eine Verminderung des Widerstandes, folglich nur eine Vermehrung der Stromstärke, nicht der Kraft, mit sich bringen kann, so bleibt es vorläufig unverständlich, wie die Membran die Kraft beeinflusse. Dem sei wie ihm wolle, ich hielt es danach für gerathen, auf den Gebrauch der Magnus'schen Vorrichtung und jeder anderen, wobei die Flüssigkeiten nicht allein durch ihre Dichte von einander getrennt sind, bei diesen Versuchen zu verzichten, und so entschied ich mich zuletzt für folgende Anordnung, die sich jedenfalls durch Einfachheit und Bequemlichkeit empfahl, wenn sie auch auf strenge Erfüllung aller hier zu stellenden Bedingungen keinen Anspruch macht.

Ich beschaffte eine hinreichende Anzahl cylindrischer (durch Abschneiden von Flaschen hergerichteter) Gläser, von etwa 35 Mm. Tiefe und 50 Mm. Durchmesser. Diese wurden in eine Reihe gestellt, mit den Flüssigkeiten gefüllt, und durch 12 Mm. weite Heberröhren mit einander verbunden, die mit der minder dichten der beiden Flüssigkeiten gefüllt waren.

Um die Röhren, mit der Flüssigkeit gefüllt, in die zu verbindenden Gefässe umzustürzen, wurden ihre beiden Oeffnungen mit Scheiben aus Wachspapier oder Glimmer verschlossen;[1]) die Oeffnungen müssen dazu in Einer Ebene abgeschliffen sein. Nach dem Eintauchen der Röhre pflegt die Scheibe auf Seiten der mit der Flüssigkeit in der Röhre gleichartigen Flüssigkeit, je nachdem sie aus Wachspapier oder aus Glimmer besteht, fortzuschwimmen oder abzufallen. Die Scheibe, welche die beiden ungleichartigen Flüssigkeiten von einander trennt, wird darauf durch Verschieben in ihrer Ebene mit Vorsicht, um möglichst wenig Strömungen zu erregen, entfernt; doch kann eine so scharfe Grenze zwischen den beiden Flüssigkeiten, wie Hr. Wild sie beschreibt, dabei freilich nicht erhalten werden.

Die beiden letzten Gefässe der Reihe enthielten stets gesättigte schwefelsaure Zinkoxydlösung, in welche verquickte Zinkplatten als Enden des Messkreises tauchten. Wegen der

1) Vergl. Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1856. S. 398.

grossen Dichte der Zinklösung (1,441 bei 14,4° C.) musste stets das darin tauchende Rohr mit der Flüssigkeit des nächsten Gefässes gefüllt werden. Da durch die Verunreinigung der Zinklösung mit dieser Flüssigkeit die Gleichartigkeit und Unpolarisirbarkeit der Vorrichtung gefährdet worden wäre, so wurde noch jederseits vor dem Endgefäss ein zweites mit Zinklösung gefülltes Gefäss angebracht, in welches das Rohr mit der anderen Flüssigkeit tauchte. Oft war diese jederseits dieselbe; sie war dann die „zuleitende" Flüssigkeit (A) im Sinne Fechner's, und zwischen den beiden damit gefüllten Gefässen folgten die Gefässe mit den beiden „erregenden" Flüssigkeiten (B und C)[1], so dass die vollständige Anordnung acht durch sieben Heberröhren verbundene Gefässe in sich schloss; wenn Z die Zinklösung bezeichnet, nach dem Schema

Z, Z, A, B, C, A, Z, Z.

In anderen Fällen war die Zinklösung selber die zuleitende Flüssigkeit, wo dann zwei Gefässe und Heberröhren fortfielen.

Von grosser praktischer Wichtigkeit bei Anstellung solcher Versuche ist der scheinbar unbedeutende Umstand, dass alle Gefässe genau gleiche Höhe haben. Sind sie ungleich hoch, so gleitet leicht die Heberröhre in das niedrigere der beiden damit überbrückten Gefässe, und oft ist dann der Versuch dahin.

Die Dichte bestimmte ich theils mittels eines Geissler'schen Araeometers, theils, wenn ich nur über kleine Mengen gebot, mittels des Tausendgranfläschchens. Die Stoffe waren die reinsten in Berlin käuflichen; das Chlornatrium Stassfurter Steinsalz. Die Temperatur während der Zeit, wo ich diese

1) Ueber die Ausdrücke „zuleitende Flüssigkeit" und „erregende Flüssigkeiten" vergl. Fechner in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1839. Bd. XLVIII. S. 5. Sie sind theoretisch falsch, wie Hr. Fechner selbst sehr gut wusste, insofern die zuleitende Flüssigkeit auch bei der Erregung betheiligt ist, und jede der beiden erregenden Flüssigkeiten mit gleichem Erfolge zur zuleitenden gemacht werden kann, dadurch, dass man sie in zwei Massen vertheilt, und zwischen diese die stromprüfende Vorrichtung einschaltet. Um aber schnell ein deutliches Bild von der Anordnung des Versuches zu erwecken, sind jene Ausdrücke gut brauchbar und mögen beibehalten werden.

Versuche anstellte, war meist eine hohe, zwischen 22,5 und 30° C.

In den folgenden Gleichungen, welche die Ergebnisse der Versuche kurz aussprechen, steht im linken Gliede die Combination, welche die rechts befindliche Kraft geliefert hat. Die durch einen senkrechten Strich getrennten chemischen Zeichen sind die der Stoffe, die mit einander elektromotorisch wirkten; A|B bedeutet die aus der Wechselwirkung von A und B entspringende Kraft, ohne Rücksicht darauf, ob die Stoffe A und B Glieder einer der von Hrn. Wild und im Verfolg seiner Versuche von Hrn. Schmidt[1]) ermittelten Spannungsreihen angehören. Die gemessene Kraft ist gleich der Resultirenden oder der algebraïschen Summe aller jener Einzelwirkungen, deren Symbole demgemäss durch Pluszeichen verknüpft sind. Da die Termen, welche die elektromotorische Wirkung zwischen der Zinklösung und der zuleitenden Flüssigkeit A ausdrücken, einander gleich und entgegengesetzt sind, so sind sie weggelassen, um die Formeln nicht unnütz zu verlängern. Die Richtung des Stromes ist stets in der Kette von links nach rechts. Die Zahlen unter- (einige Male ober-) halb der Flüssigkeiten bedeuten die Dichte, oder das Verhältniss, in dem die Flüssigkeit dem Volum nach mit Wasser verdünnt worden; wo keine Angabe der Art vorhanden ist, war die Flüssigkeit gesättigt.

Ich begann mit Wiederholung von Hrn. Wild's beiden Messungen, um zu sehen, wie die meinigen damit stimmen würden. Seine Bestimmungen lauten in der eben angegebenen Schreibweise

$$(1)\quad \underset{1,10}{CuSO_4} \mid \underbrace{KNO_6 + KNO_6}_{1,07} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,05} \mid \underset{1,10}{CuSO_4} = 0,00997$$

$$(2)\quad \underset{1,20}{ZnSO_4} \mid \underbrace{HSO_4 + HSO_4}_{1,05} \mid \underbrace{CuSO_4 + CuSO_4}_{1,10} \mid \underset{1,20}{ZnSO_4} = 0,00864$$ [2])

Ich fand die erste Kraft $= 0,01120 = 0,00997 + 0,00123$,
die zweite Kraft $= 0,00762 = 0,00864 - 0,00102$.

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1860. Bd. CIX. S. 106.

2) Wild, a. a. O. S. 384. 410. — Bei Wiederholung des Versuches (2) folgte jederseits auf das Gefäss mit der verdünnten noch ein Gefäss mit gesättigter Zinklösung, welches erst die verquickten Zinkelektroden enthielt.

Der Unterschied mag gross erscheinen, da er in beiden Fällen sich auf etwa 12% der Wild'schen Zahlen beläuft. Indessen will bedacht sein, dass Hr. Wild bei 20, ich bei fast 30° C. arbeitete, und dass, wie er selbst hervorhebt, die kleinsten Verunreinigungen der Stoffe einen Einfluss auf die Kraft üben.[1])

Da ich wissen wollte, ob die Flüssigkeitsketten hinreichende Kraft besitzen, um dieselben irgendwie zur Erklärung der thierisch-elektrischen Ströme zu verwenden, begann ich mit der Messung der Kraft derjenigen Ketten, welche von früheren Forschern als besonders wirksam bezeichnet worden sind.

Unter allen Flüssigkeitsketten an Kraft obenan stellt Hr. Fechner, der in diesem Gebiete wohl die weitesten Erfahrungen gesammelt hat, die Combinationen

(4) $NaCl \mid CuSO_4 + CuSO_4 \mid KS_5 + KS_5 \mid NaCl$[2]) und

(5) $NH_4Cl \mid CuSO_4 + CuSO_4 \mid KS_5 + KS_5 \mid NH_4Cl$.[3])

---

1) Hier mag angeführt werden, dass ich auch die Kraft der Becquerel'schen Säure-Alkali-Kette

$$(3)\ Pt \mid \underbrace{KO + KO}_{1,320} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,185} \mid Pt$$

gelegentlich gemessen, und erheblich grösser gefunden habe, als sie von einigen Anderen angegeben ist. Nach Hrn. Poggendorff, der concentrirtere Flüssigkeiten als ich anwendete, ist sie 0,737 (Poggendorff's Annalen u. s. w. 1841. Bd. LIV. S. 364; — Vergl. Wiedemann, die Lehre vom Galvanismus u. s. w. Bd. I. 1861. S. 225), nach Hrn. Joule sogar nur 0,31 (The Philosophical Magazine etc. 1844. t. XXIV. p. 113). Lenz und Saweljeff geben vier Bestimmungen, welche wenig Vertrauen erwecken, da sie von 0,470 bis 1,272 schwanken (Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg. 1844. t. V. p. 1; — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1846. Bd. LXVII. S. 512. 513). Doch schliesst sich meine Zahl gerade der letzten am besten an. Ich fand es nämlich nöthig, um die Kraft jener Kette zu compensiren, statt eines Daniells deren zwei als Maasskette zu nehmen, und ausserdem den langen Compensator mit einem dünneren Platindrahte zu bespannen. Die Kraft ergab sich dergestalt zu 1,152. Dass dieselbe auch bei offenem Kreise rasch sinkt, hat bereits Hr. Poggendorff gezeigt, und kann ich bestätigen.

2) Wegen der beinahe gleichen Dichte der gesättigten Kupfer- und der Steinsalzlösung wurde das mit der Kupferlösung gefüllte Heberrohr auf Seiten des Steinsalzes mit Blase überbunden, die in Steinsalzlösung gesotten war.

3) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1839. Bd. XLVIII. S. 14. 22. 23. 248. 254.

Es zeigte sich wirklich, dass diese Ketten von sehr bedeutender Kraft sind. Leider ist diese zugleich so unbeständig, dass sie sich kaum messen lässt. Das Bild der Scale flattert hin und her, wobei jedoch im Allgemeinen die Kraft sinkt; eine geringe Bewegung im Schwefellebergefäss nahe der Mündung des mit Kupferlösung gefüllten Heberrohres, wo sich ein Niederschlag bildet, zieht die heftigsten Schwankungen, bald im einen, bald im anderen Sinne, nach sich. So viel ich sehen konnte, wogte die Kraft der ersten Kette auf und ab zwischen 0,290 und 0,372, die der zweiten zwischen 0,297 und 0,349. Diese Werthe fallen, wie sich zeigen wird, im Vergleich zu denen, welche die meisten ähnlichen Flüssigkeitsketten liefern, so aus der Ordnung, dass ich vermuthe, es handle sich dabei um eine Wirkung anderer Art. Bei der Wechselwirkung des Kupfervitriols und der Schwefelleber entstehen Schwefel, Schwefelkupfer und schwefelsaures Kali:

$$KS_5 + Cu\,SO_4 = S_4 + CuS + KSO_4.$$

Es liegt nahe sich zu denken, dass die metallisch leitenden Schwefelkupfertheilchen bei ihrer Entstehung auf Seiten der Kupferlösung und der Schwefelleber mit verschiedenen Flüssigkeiten in Berührung sind. Sie würden dann elektromotorisch wirken, wie eine auf der einen Seite mit Säure, auf der anderen mit Alkali benetzte metallische Zwischenplatte; und dass so im Allgemeinen eine grössere elektromotorische Kraft entstehe, als durch Flüssigkeiten allein, ist bekannt.[1] Mit dieser Erklärung stimmt die auffallend heftige Wirkung, die eine Erschütterung des Niederschlages auf die Kraft übt. Durch Störung der Orientirung der Zwischenplättchen könnte die Erschütterung negativ, positiv dadurch wirken, dass Zwischenplättchen, welche, von gleichartiger Flüssigkeit bespült, nicht mehr primär elektromotorisch thätig, aber durch den schlecht compensirten Strom polarisirt sind, aus ihrer Lage gebracht würden.

Wie dem auch sei, sehr unerwartet wird gewiss Vielen wie mir die aus dem Folgenden sich ergebende Schwäche der aus concentrirten Säuren, Alkalien und Salzlösungen gebildeten

---

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 135. 210. 211.

Flüssigkeitsketten sein, welche nächst den Schwefelleberketten bisher für die wirksamsten galten[1]), und stets als Typen der Erscheinung angeführt wurden.

$$(6)\quad KNO_6 \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,185} \mid \underbrace{KO + KO}_{1,389} \mid KNO_6 \qquad = 0,045$$

$$(7)\quad KNO_6 \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,185} \mid \underbrace{KO + KO}_{1/4;\ 1,130} \mid KNO_6 \qquad = 0,062$$

$$(8)\quad \underset{1,185}{NO_5} \mid NaCl + NaCl \mid KNO_6 + KNO_6 \mid \underset{1,185}{NO_5} \qquad = 0,009$$

$$(9)\quad NaCl \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,185} \mid \underbrace{KO + KO}_{1,389} \mid NaCl \qquad = 0,006$$

$$(10)\quad NaCl \mid \underbrace{HSO_4 + HSO_4}_{1,225} \mid KNO_6 + KNO_6 \mid NaCl = 0,003$$

$$(11)\quad KNO_6 \mid \underbrace{HSO_4 + HSO_4}_{1,225} \mid NH_4Cl + NH_4Cl \mid KNO_6 = 0,015$$

Hier schliessen sich noch die bereits oben S. 458 mitgetheilten Gleichungen (1) und (2) für die Wild'schen Combinationen an.

Die Richtung des Stromes habe ich in den Ketten (6), (7), (8), (11) umgekehrt gefunden wie Hr. Fechner. Solche Umkehr der Kraft, bei dem Namen nach gleicher Zusammensetzung der Flüssigkeitsketten, scheint nichts Ungewöhnliches zu sein, und Nobili sagt schon, dass er mit Kalilösung oft den entgegengesetzten Erfolg beobachtet habe, wie mit einem Stück feuchten Aetzkali's.[2]) Ich selbst habe schon vor langer Zeit einmal den Strom einer Kette aus Essigsäure und kohlensaurem Natron das eine Mal in der einen, das andere Mal in der anderen Richtung fliessen sehen,[3]) und wir werden im Folgenden noch andere Beispiele desselben Verhaltens kennen lernen.

Die Kraft der Flüssigkeitsketten ist, wenigstens bei meiner Anordnung, keinesweges beständig, sondern, auch wenn sie offen stehen, im Sinken begriffen; zuweilen kommt erst ein geringes Wachsen der Kraft vor.

---

1) Vergl. unter anderen Fechner a. a. O. S. 3. 4. 13. 20. 253.

2) Memorie ed Osservazioni edite ed inedite. Firenze 1834. t. I. p. 76.

3) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 271. Anm. 2.

Welche Rolle in diesen Erscheinungen die örtlichen Temperaturunterschiede spielen, wie sie durch die chemische Wechselwirkung z. B. des Kali's und der Salpetersäure bedingt werden, ist seit Hrn. Wild's Nachweis der Hydro-Thermoströme eine offene Frage, die hier unerörtert bleibt.

Hr. Fechner scheint als Regel anzunehmen, dass die Kraft der Flüssigkeitsketten mit der Concentration der Flüssigkeiten gleichen Schritt halte.[1]) Hr. Wild lässt sie sich zwar mit der Concentration allgemein ändern, hat aber wirklich beobachtet auch nur den Fall, dass die Kraft mit abnehmender Concentration sank. Abnahme der Kraft mit der Concentration wird im Folgenden öfter vorkommen. In den obigen Versuchen zeigt sich jedoch schon ein Beispiel auch des entgegengesetzten Erfolges, indem die Kette (7) die (6) bedeutend an Kraft übertrifft, obschon die in (6) angewendete Kalilösung in (7) mit dem dreifachen Volum Wassers verdünnt war. Ein viel auffallenderes Beispiel eines solchen Verhaltens aber liefern die folgenden Versuche.

Ich wollte wissen, wie sich die elektromotorische Kraft der Salpetersäure-Kali-Kette gestalten würde, wenn ich als zuleitende Flüssigkeit, statt gesättigter Salpeter- oder Kochsalzlösung, 0,75 procentige Kochsalzlösung oder den damit angekneteten Thon wie bei Ableitung des Muskelstromes anwendete. Der Thon wurde in Gestalt eines gekrümmten Stabes über das mit Zinklösung gefüllte Endgefäss und das nächste erregende Gefäss gebrückt, so dass er die Stelle des zuleitenden Gefässes vertrat. Ich erhielt zu meinem Erstaunen

$$(12)\quad \text{Thon} \mid \underbrace{KO + KO}_{1{,}389} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1{,}185} \mid \text{Thon} = 0{,}105$$

$$(13)\quad \underset{0{,}75\%}{NaCl} \mid \underbrace{KO + KO}_{1{,}389} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1{,}185} \mid \underset{0{,}75\%}{NaCl} = 0{,}148;\ 0{,}131.$$

Mit anderen Worten, durch die äusserste Verdünnung der Chlornatriumlösung in der Kette (9), der die Combination (13) sonst völlig entspricht, wird die Kraft von 0,006 auf 0,148, d. h. auf mehr als das 24fache erhöht. Mit dem Thon fällt

---

1) A. a. O. S. 236. 237.

die Kraft kleiner aus, vielleicht nur, weil beim Ankneten und Aufbewahren die Lösung sich etwas concentrirt. Beständig waren die Ketten (12) und (13) so wenig wie die früheren. Sehr bemerkenswerth ist, dass jetzt die Richtung des Stromes in der Kette die vom Kali zur Säure war, also die entgegengesetzte von der mit der gesättigten Kochsalzlösung. Es wird also gelegentlich nicht bloss die Grösse der Kraft, sondern auch ihr Sinn, durch die Concentration der Flüssigkeiten bedingt.

Wenn jetzt auch die erregenden Flüssigkeiten verdünnt wurden, sank allerdings wieder die Kraft:

$$(14)\quad \text{Thon} \mid \underbrace{KO + KO}_{1/5;\ 1,093} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1/5;\ 1,035} \mid \text{Thon} = 0,018$$

$$(15)\quad \underset{0,75\%}{\text{NaCl}} \mid \overbrace{KO + KO} \mid \overbrace{NO_5 + NO_5} \mid \underset{0,75\%}{\text{NaCl}} = 0,050$$

$$(16)\quad \text{Thon} \mid \underbrace{KO + KO}_{1/10;\ 1,04} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1/10;\ 1,01} \mid \text{Thon} = 0,003$$

$$(17)\quad \underset{0,75\%}{\text{NaCl}} \mid \overbrace{KO + KO} \mid \overbrace{NO_5 + NO_5} \mid \underset{0,75\%}{\text{NaCl}} = 0,024$$

Immerhin erschien sie bei der zehnfachen Verdünnung noch etwa viermal grösser als mit den concentrirten Säuren und der gesättigten Chlornatriumlösung.

Da die Verdünnung der Kochsalzlösung eine solche Erhöhung der Kraft lieferte, so versuchte ich, wie destillirtes Wasser an deren Stelle wirken würde. Destillirtes Wasser als Glied von Flüssigkeitsketten ist bisher nur wenig angewendet worden. Hr. Fechner bedauert, in seiner klassischen Abhandlung über diese Ketten, mit destillirtem Wasser nicht haben experimentiren zu können, weil er wegen des zu grossen Leitungswiderstandes, der dadurch in die Kette trat, bei Anwendung verschiedener, sonst sehr wirksamer Combinationen keinen bemerklichen Ausschlag erhielt.[1]) Hr. Wild hat Hydro-Thermoströme mit destillirtem Wasser beobachtet, deren Kraft aber gleichfalls des zu grossen Widerstandes halber nicht ordentlich messen können.[2]) Hr. Léon Foucault[3]) und Hr. Becquerel

1) A. a. O. S. 255.

2) A. a. O. S. 407.

3) Comptes rendus etc. 17 Octobre 1853. t. XXXVII. p 582.

d. V.[1]) haben zwar bereits Flüssigkeitsketten zusammengestellt, deren eines Glied destillirtes Wasser war, ohne, wie es scheint, durch dessen Widerstand behindert zu werden; da sie aber nicht die elektromotorische Kraft, sondern die Stromstärke berücksichtigten, musste ihnen die bemerkenswerthe Rolle entgehen, die das destillirte Wasser, nach meinen jetzigen Wahrnehmungen, als Glied von Flüssigkeitsketten spielt; und nicht anders erging es mir selber bei einigen früheren Versuchen, in denen ich destillirtes Wasser zur Bildung von Flüssigkeitsketten benutzte.[2]) Um trotz dem Widerstand des destillirten Wassers scharfe Messungen zu erlangen, versah ich jetzt die Bussole mit der Hauy'schen Compensation (S. oben S. 429); alsdann war deren Empfindlichkeit für alle Fälle völlig ausreichend. Ich fand

$$(18)\quad HO \mid \underbrace{KO + KO}_{1,389} \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,185} \mid HO = 0,323;\ 0,323;\ 0,307.$$

Dies ist ein Werth, der nahe an den mit den Schwefelleberketten erhaltenen reicht. Er übertrifft fast 54 Mal den, welchen Salpetersäure und Kali zwischen gesättigter Kochsalzlösung, mehr als 7 Mal den, welchen sie zwischen Salpeterlösung, und noch immer mehr als 2 Mal den, welchen sie zwischen 0,75 procentiger Kochsalzlösung liefern, d. h. den weitaus höchsten aller bisher beobachteten Kraftwerthe unbezweifelt ächter Flüssigkeitsketten. Auch hier war die Kraft sehr unbeständig, aber diesmal zeigte sich wenigstens ein Grund davon deutlich. Während nämlich die Kraft schnell sank, wuchs merkwürdigerweise die Stromstärke eben so schnell. Offenbar verunreinigte sich das destillirte Wasser mit den angrenzenden Flüssigkeiten, Zinklösung, Kali und Salpetersäure; die minder scharfe Grenzfläche wurde der Sitz einer geringeren Kraft, aber der Kraftverlust wurde mehr als aufgewogen dadurch, dass das Wasser zugleich an Widerstand verlor.

Kette (18) schliesst sich, unter den obigen angeblich stärksten Ketten, den Fällen (6), (7) und (9) an; ich habe aber

1) Annales de Chimie et de Physique. 1854. 3me Série. t. III. p. 396.

2) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 270.

auch in dem Fall (11) die zuleitende Salpeterlösung durch destillirtes Wasser ersetzt, und eine Erhöhung der Kraft um nahe das 15fache, zugleich jedoch eine Umkehr derselben erhalten denn ich fand

$$(19)\quad HO \mid NH_4Cl + NH_4Cl \mid \underbrace{HSO_4 + HSO_4}_{1,225} \mid HO = 0,215;\ 0,221.$$

Fast stets, wenn ich destillirtes Wasser mit anderen Flüssigkeiten zur Kette zusammenstellte, fand ich eine im Vergleich zu der mit concentrirten Flüssigkeiten erhaltenen unerwartet hohe elektromotorische Kraft vor, wie folgende Uebersicht lehrt.

$$(20)\quad ZnSO_4 \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1,185} \mid HO + HO \mid ZnSO_4 = 0,167$$

$$(21)\quad ZnSO_4 \mid \underbrace{NO_5 + NO_5}_{1/256} \mid HO + HO \mid ZnSO_4 = 0,094$$

$$(22)\quad ZnSO_4 \mid \underbrace{HSO_4 + HSO_4}_{1,225} \mid HO + HO \mid ZnSO_4 = 0,175$$

$$(23)\quad ZnSO_4 \mid \underbrace{ClH + ClH}_{1,115} \mid HO + HO \mid ZnSO_4 = 0,134$$

$$(24)\quad ZnSO_4 \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A}}_{1,052} \mid HO + HO \mid ZnSO_4 = 0,139$$

$$(25)\quad Thon \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A}}_{1,052} \mid HO + HO \mid Thon = 0,140$$

$$(26)\quad Thon \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A}}_{1/256} \mid HO + HO \mid Thon = 0,067$$

$$(27)\quad Thon \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L}}_{1,196} \mid HO + HO \mid Thon = 0,153$$

$$(28)\quad Thon \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L}}_{1/256} \mid HO + HO \mid Thon = 0,117$$

$$(29)\quad ZnSO_4 \mid HO + HO \mid \underbrace{KO + KO}_{1,320} \mid ZnSO_4 = 0,088$$

$$(30)\quad ZnSO_4 \mid HO + HO \mid \underbrace{KO + KO}_{1/256} \mid ZnSO_4 = 0,029$$

$$(31)\quad ZnSO_4 \mid HO + HO \mid NaCl + NaCl \mid ZnSO_4 = 0,053;\ 0,047$$

$$(32)\quad ZnSO_4 \mid HO + HO \mid \underbrace{NaCl + NaCl}_{0,75\%} \mid ZnSO_4 = 0,024$$

$$(33)\quad ZnSO_4 \mid HO + HO \mid \underbrace{NaCl + NaCl}_{1/256} \mid ZnSO_4 = 0,017$$

(34) $ZnSO_4$ | HO + HO | $\underbrace{CaCl + CaCl}_{1,390}$ | $ZnSO_4$ = 0,025

(35) $ZnSO_4$ | Rohrzuckerlösung + Rohrzuckerlösung (1/3 Z. d. Gew. nach.) | HO + HO | $ZnSO_4$ = 0,023

(36) $ZnSO_4$ | Mimosenschleim + Mimosenschleim | HO + HO | $ZnSO_4$ = 0,041

(37) $ZnSO_4$ | Hühnereiweiss + Hühnereiweiss | HO + HO | $ZnSO_4$ = 0,001

(38) $ZnSO_4$ | $\underbrace{\text{Alkohol} + \text{Alkohol}}_{\text{von } 0,809;\ 1/2}$ | HO + HO | $ZnSO_4$ = 0,020

(39) $ZnSO_4$ | $\underbrace{\text{Glycerin} + \text{Glycerin}}_{1/2}$ | HO + HO | $ZnSO_4$ = 0,013

(40) $ZnSO_4$ | Brunnenwasser + Brunnenwasser | HO + HO | $ZnSO_4$ = 0,003.

Man sieht, dass die Säuren, auch organische, selbst bei sehr grosser Verdünnung, mit destillirtem Wasser, gleichviel ob zwischen Zinklösung oder verdünnter Kochsalzlösung (Thon), ausserordentlich stark elektromotorisch wirken, während Kalihydratlösung verhältnissmässig schwach wirkt. Diesem Umstande verdankt wohl der den Lakmus bekanntlich stark röthende Mimosenschleim seine bedeutende Ueberlegenheit über ein anderes Colloïd, das alkalisch reagirende Hühnereiweiss. Wer den jetzt ruhenden Kampf der Contacttheorie und der Hypothese vom chemischen Ursprunge des galvanischen Stromes mit erlebte, wird sodann nicht ohne Interesse bemerkt haben, dass Zuckerlösung, Alkohol, Glycerin, mit Wasser verdünnt, um sie etwas besser leitend zu machen, und mit destillirtem Wasser und Zinklösung zur Kette verbunden, eine grössere elektromotorische Kraft liefern, als die meisten der gepriesenen Säure-Alkali-Ketten, deren seichte Untersuchung durch Hrn. Becquerel d. V. einst der Ausgangspunkt einer so heillosen Verwirrung ward.

Welche Rolle das destillirte Wasser hier im Besonderen spiele, darüber lässt sich vor der Hand nichts Sicheres aussagen; im Allgemeinen scheint wohl klar, dass es sich dabei

um nichts als um Hydratation handeln könne. Ich habe den Gegenstand nicht weiter verfolgt, dessen Ergründung ich für eine sehr schwierige Aufgabe halte, zu deren Bewältigung noch zahllose Versuche erforderlich sind, und ich muss mich, hinsichtlich der Lehre von den Flüssigkeitsketten an sich, damit begnügen, gezeigt zu haben, wie mittels der nach meiner Vorschrift zu einer blossen Längenmessung gewordenen elektromotorischen Kraftbestimmung für die Entwickelung dieser Lehre jetzt eine neue Bahn eröffnet ist. Für meine Zwecke hatte ich vorläufig genug davon erfahren, und wir schreiten nun zur Anwendung dieser mehr allgemeinen Ermittelungen auf unsere besonderen Aufgaben.

§. VIII. Von dem angeblichen Ursprunge der thierisch-elektrischen Ströme aus äusseren chemischen Ungleichartigkeiten.

Zuerst sollen unsere elektromotorischen Kraftmessungen uns dienen, gewissen immer wieder auftauchenden Verdächtigungen der thierisch-elektrischen Ströme hinsichtlich ihres Ursprunges einmal gründlich ein Ende zu bereiten.

Bekanntlich hat es seit Entdeckung dieser Ströme nie an Solchen gefehlt, die sich einer weisen Skepsis zu befleissigen glaubten, wenn sie in äusseren chemischen Ungleichartigkeiten der Muskeln und Nerven den einzigen und wahren Quell der elektromotorischen Kraft suchten. Namentlich französische Physiker huldigten dieser Meinung, ja sie erhielt in dem Bericht, den 1850 Hr. Pouillet im Namen der aus ihm, Hrn. Becquerel d. V., Hrn. Rayer, Despretz und Magendie zusammengesetzten Commission über einen Theil meiner Untersuchungen abstattete, gleichsam officiellen Ausdruck im Schoosse der Académie des Sciences. „Dans l'état actuel des choses", sagte Hr. Pouillet, „la Commission n'a pas été unanime pour tirer une „conclusion définitive; elle se borne à dire seulement que l'en„semble des phénomènes porte à regarder comme extrêmement „probable que ces courants organiques ne sont pas l'effet d'une „action chimique extérieure, mais il serait bon d'en donner des „preuves plus incontestables que celles qui ont été produites

„jusqu'à ce jour“ [1]). Doch gab es damals schon für jeden Unbefangenen, wenn auch nicht für Hrn. Becquerel, völlig sichere Beweise dafür, dass die thierisch-elektrischen Ströme nicht im Wesentlichen von äusseren chemischen Ungleichartigkeiten entspringen können. Hr. Matteucci führte mit Recht als einen solchen Beweis an die Vervielfältigung der elektromotorischen Kraft seiner Muskelpräparate durch deren Anordnung zur Säule, und die Beständigkeit der Richtung des Stromes in solchen Säulen, gleichviel in welche Flüssigkeit er deren Enden tauchte, worauf wir unten (S. 480) noch zurückkommen werden [2]).

Ich selbst war zwar auf die Erörterung dieser Frage nicht ausdrücklich eingegangen, aber unter den von mir beschriebenen Erscheinungen gab es viele, welche im gleichen Sinne Zeugniss ablegten. Nachdem ich gezeigt hatte, dass die verschiedenen Gewebe des Thierkörpers, Muskeln, Nerven, Sehnen, Haut, Knochen, zwischen Kochsalzlösung mit einander elektromotorisch unwirksam sind, reichte schon der Strom vom Längsschnitt zum natürlichen Querschnitt aus, um jene Vermuthung zu widerlegen. Noch deutlicher sprach dagegen der Strom zwischen den sehnigen Enden eines und desselben Muskels, z. B. zwischen Haupt- und Achillessehne eines Gastroknemius. Die schwachen Ströme des Längs- und des Querschnittes, das Gesetz der Spannweiten, die grössere elektromotorische Kraft längerer und dickerer Muskeln, die verhältnissmässige Unwirksamkeit anderer Gewebe beim Auflegen mit Längs- und Querschnitt nach Art der Muskeln und Nerven, liessen sich ebenso verwerthen. Der Muskelstrom fährt fort zu erscheinen, auch wenn zwischen Längsschnitt und Bausch eine quere Muskelscheibe, oder zwischen Querschnitt und Bausch ein Muskel der Länge nach angebracht wird. Hr. Pouillet bedauert in seinem Bericht, mich nicht ersucht zu haben, unter den Augen der Commission einen Versuch anzustellen, den ich vermuthlich

---

1) Comptes rendus etc. 15 Juillet 1850. t. XXXI. p. 42. 43.

2) Annales de Chimie et de Physique. 1842. 3me Série. t. VI. p. 338; — Comptes rendus etc. 2 Septembre 1850. t. XXXI. p. 319.

im Laufe meiner Untersuchungen gemacht hätte, nämlich den Strom von einem unterbundenen Nerven so abzuleiten, dass das Unterband sich zwischen den beiden Ableitungspunkten befände. Wenn hierbei der Nervenstrom ausbliebe, würde es schwer sein, meint Hr. Pouillet, diesen Strom von einer äusseren chemischen Wirkung herzuleiten. Der Versuch, den Hr. Pouillet so zu einem Experimentum crucis stempelt, stand nun wirklich schon in meinem Buche, und zwar ist sein Erfolg der Art, dass er mit dem von Hrn. Pouillet verlangten jedenfalls gleiche Bedeutung hat. Es erschien nämlich der Strom dabei oft sehr geschwächt, manchmal umgekehrt[1]). Endlich die negative Schwankung des Muskel- und Nervenstromes beim Tetanisiren auf beliebigem Wege, die Stromumkehr beim Absterben u. s. w., die elektromotorischen Erscheinungen im Elektrotonus sind auch nicht aus äusseren chemischen Wirkungen zu begreifen[2]). Allerdings waren die beiden letzteren Gruppen von Thatsachen dem Berichterstatter fremd geblieben.

Worin die chemischen Ungleichartigkeiten bestehen sollen, aus denen die thierisch-elektrischen Ströme entspringen, mit anderen Worten, welches die Glieder der Flüssigkeitskette sein sollen, die am Längs- und Querschnitt des Muskels — um zunächst bei diesem stehen zu bleiben — vorausgesetzt wird, darüber hat sich die Pariser Commission nicht ausgesprochen. Dagegen hatte schon früher, im Jahre 1847, Hr. v. Liebig in seinen Untersuchungen über das Fleisch sich folgendermaassen vernehmen lassen: „Die Blut- und Lymphgefässe enthalten eine „alkalische Flüssigkeit; die sie umgebende Fleischflüssigkeit „ist sauer, die Substanz dieser Gefässe selbst ist für die eine „oder andere dieser Flüssigkeiten durchdringlich. Es sind dies „zwei Bedingungen zur Hervorbringung eines elektrischen Stro„mes, und es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dass ein solcher

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. 1849. S. 552.

2) Vergl. die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851. Dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Berlin 1855. S. 758.

„an den vitalen Processen einen gewissen Antheil nimmt, ob-„schon seine Wirkung in eigentlich elektrischen Effecten nicht „immer wahrnehmbar ist. Hr. Buff“, fügt Hr. v. Liebig in einer Anmerkung hinzu, „hat auf meine Veranlassung eine Säule „construirt, die aus mit Blut durchtränkten Filzscheiben, Mus-„kelsubstanz (Fleisch) und Gehirn bestand. Durch diese Vor-„richtung wurde eine sehr starke Ablenkung der Galvanometer-„nadel hervorgebracht, die einen Strom in der Richtung des „Blutes nach dem Muskel anzeigte. Wasser anstatt des Ge-„hirns angewendet, gab eine weit schwächere Wirkung“ [1]).

Wenn die Vorstellung der Chemiker, wonach die Muskeln bereits im Leben sauer sein sollten, richtig gewesen wäre, hätte sich in der That Hrn. v. Liebig's Anschauung, wenigstens für den Strom vom Längsschnitt zum künstlichen Querschnitt, eine gewisse Berechtigung nicht absprechen lassen. Die Rolle freilich, die er dem Blute zuweist, spielt dies sicher nicht, da, wie ich zeigte, mit Zuckerwasser ausgespritzte Muskeln ebensostark elektromotorisch wirken wie bluthaltige [2]). Inzwischen hätte man doch am Längsschnitt eine der des Blutes ähnliche alkalische Reaction, am Querschnitt die saure Reaction des Inhaltes der Muskelbündel gehabt, und die Frage konnte nur sein, ob Richtung und Stärke der aus dieser Ungleichartigkeit hervorgehenden Wirkung denen des Muskelstromes entsprächen.

Ich selber hatte daher, wie ich bereits anderswo [3]) erzählte, sobald mir im Sommer 1842 der Gegensatz von Längs- und Querschnitt klar geworden war, nichts Eiligeres zu thun, als zu versuchen, ob nicht dieser Gegensatz aus der verschiedenen Reaction der beiden Schnittflächen, mit Hinblick auf die Berzelius'sche Lehre von der sauren Natur des Bündelinhaltes, zu erklären sei. Ich fand aber bekanntlich, dass die von den

---

1) Chemische Untersuchung über das Fleisch u. s. w. Heidelberg 1847. S. 83.

2) De Fibrae muscularis Reactione etc. Berolini MDCCCLIX. 4°. p. 42; — Monatsberichte der Berliner Akademie u. s. w. 1859. S. 324.

3) Monatsberichte der Berliner Akademie u. s. w. 1859. S. 290.

Chemikern im lebenden Muskel angenommene Säure darin noch nicht, wenigstens im freien Zustande, nachweisbar ist, sondern dass der frische Muskelquerschnitt entweder gleich dem Längsschnitt nach Art des Blutserums, nur schwächer, alkalisch, oder in jener eigenthümlichen Weise neutral reagirt, die von Hrn. Heidenhain neuerdings passend als amphichromatische Reaction bezeichnet worden ist [1]). Erst beim Absterben wird innerhalb der Bündel Fleischmilchsäure frei, und es kommt ein Punkt, wo der Querschnitt deutlich sauer reagirt, während der Längsschnitt noch alkalisch ist. Später diffundirt der saure Inhalt der todtenstarren Bündel durch Sarkolemma und Perimysium, und Längs- und Querschnitt reagiren beide gleich stark sauer.

Diesen Thatsachen gegenüber kann von der Liebig'schen Vorstellung die Rede nicht mehr sein, und als er sie bekannt machte, war sie für mich längst ein überwundener Standpunkt.

Man hätte sich aber nun die Meinung bilden können, dass der Strom von der alkalischen Reaction des Längsschnittes und der minder alkalischen oder neutralen des Querschnittes herrühre. Gerechtfertigt erscheinen würde hierbei freilich das Verschwinden des Stromes mit vollendeter Starre, insofern als dann Längs- und Querschnitt gleich sauer reagiren; allein diesem Verschwinden müsste, wenn jene Meinung richtig wäre, ein Wachsen der Stromkraft beim Absterben des Muskels und ein Maximum derselben dem Zeitpunkt entsprechend voraufgehen, wo der Längsschnitt noch alkalisch, der Querschnitt bereits sauer reagirt. Man könnte jetzt hierauf die in der Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w." dargelegte Thatsache beziehen wollen, dass die elektromotorische Kraft des Muskels durch Säurung des dem Querschnitt anliegenden Thonschildes wächst [2]). Doch ist diese Erhöhung im Vergleich zu der stattfindenden Aenderung der Reaction des Querschnittes gerade viel zu klein, um nicht im Gegentheil zu zeigen, dass der

---

1) Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit. Leipzig 1864. S. 153.

2) A. a. O. S. 284.

Muskelstrom, der Hauptsache nach, nicht von dem Reactionsunterschiede herrührt. In demselben Sinne spricht die (relative) elektromotorische Unwirksamkeit von Muskelstücken, die mit einem alten, schon gesäuerten, und mit einem frischen, noch neutralen Querschnitt aufgelegt werden[1]).

Ohnehin sind zu den oben aufgezählten, mit keiner solchen Annahme über den Quell der Muskelstromkraft zu reimenden Thatsachen jetzt noch die künstlichen Neigungsströme, sowohl an den schräggeschnittenen,[2]) wie an den diagonal gedehnten[3]) Muskeln als eine Erscheinung getreten, welche der Deutung durch äussere chemische Ungleichartigkeiten vollends spottet. Auch dass der nahe dem sehnigen Ende angelegte künstliche Querschnitt sich zuweilen elektromotorisch unwirksam, ja positiv gegen den Längsschnitt verhält, während der Querschnitt des abgeschnittenen Endes das gesetzliche Verhalten zeigt, ist damit schlechterdings unvereinbar[4]).

Abgesehen von allen Betrachtungen der Art kann aber hier zuletzt ganz einfach gefragt werden: Ist die Vertheilung der Reactionen am Muskel die erforderliche, um einen Strom im Sinne des Muskelstromes zu erzeugen, und, wenn dies der Fall, ist der vorhandene elektrochemische Gegensatz gross genug, um ihn als den Quell der elektromotorischen Kraft des Muskels anzusehen?

Die letztere Frage zu beantworten, sind wir durch unsere jetzigen Vorrichtungen und Versuchsweisen völlig in Stand gesetzt. Wir kennen die absolute Grösse der elektromotorischen Kraft der Muskeln; es handelt sich also nur noch darum, auch die von Flüssigkeitsketten zu bestimmen, welche die im Muskel vorausgesetzten Bedingungen möglichst treu nachahmen. Bei der gleichen Gelegenheit wird sich ergeben, ob

---

1) Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 691. Tab. VIII.

2) Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 562 ff.

3) Monatsberichte der Berliner Akademie u. s. w. 1866. S. 387.

4) Ueber die Erscheinungsweise u. s. w. A. a. O. S. 264. Anmerkung 1.

die Richtung des Stromes in diesen Ketten die ist, deren wir zur Erklärung des Muskelstromes bedürfen, was weder aus der Analogie, noch für jetzt aus der Theorie, sicher abgeleitet werden kann.

Concentrirte Salpetersäure und Kalihydratlösung zwischen 0,75procentiger Chlornatriumlösung oder damit angeknetetem Thon liefern, wie wir sahen (S. o. S. 462., (12), (13)) eine die Kraft der thierischen Erreger, abgesehen vom Elektrotonus, erheblich übertreffende Kraftgrösse, und wenn ich früher geäussert habe,[1] dass die Froschhaut die wirksamste Säure-Alkali-Kette an Kraft übertreffe, so war dies ein Irrthum, der daher rührte, dass ich damals mit den Physikern, die dieses Gebiet bearbeitet haben, für die wirksamsten Flüssigkeitsketten die ganz aus concentrirten Flüssigkeiten gebildeten hielt.

Werden aber in den Ketten (12), (13) auch die erregenden Flüssigkeiten verdünnt, so sinkt (S. 463, (14)—(17)) die Kraft sogleich dergestalt, dass schon bei vierfacher Verdünnung der mit der 0,75procentigen Chlornatriumlösung erhaltene Werth nicht ausreichen würde, um die elektromotorische Leistung eines Muskels zu erklären; der mit Thon bei gleicher Verdünnung beobachtete würde nicht einmal für einen Froschnerven reichen. Und doch welch' eine Kluft trennt den Unterschied zwischen den Reactionen von Längs- und Querschnitt eines Muskels, selbst wenn er am grössten ist, von dem zwischen Salpetersäure von 1,093 und Kalihydratlösung von 1,035 Dichte! Ausserdem ist nicht zu übersehen, dass die Richtung des Stromes in diesen Ketten die entgegengesetzte ist von der, welche wir brauchen würden, nämlich vom Kali zur Säure in der Kette, wonach also der Querschnitt positiv, statt negativ gegen den Längsschnitt sein müsste, und dass der Muskel seine Kraft auch zwischen gesättigten Lösungen behält, während die Flüssigkeitskette sie einbüsst.

Jetzt ersetzte ich die Salpetersäure und das Kali durch Flüssigkeiten, welche ihrer Natur nach den am Muskel als wirksam gedachten näher stehen. Als solche wählte ich Milch-

---

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 20.

säure ($\bar{L}$) und Essigsäure ($\bar{A}$) einerseits, andererseits einfach- und doppeltkohlensaures Natron. Es war ja möglich, dass Ketten aus dergleichen Flüssigkeiten ungewöhnlich wirksam seien. Das Heberrohr zwischen den erregenden Flüssigkeiten wurde bei diesen Versuchen durch einen Docht aus weisser Stickwolle ersetzt, weil durch die Kohlensäureentwickelung das Rohr sich von Flüssigkeit entleerte. Die Ableitung geschah zunächst nur durch Thon, was die Analogie der Versuche mit den thierisch-elektrischen Versuchen vollständiger macht, auch dieselben sehr erleichtert[1]).

Mit der Essigsäure fand sich

$$(41)\ \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A}}_{1,052} \mid NaCO_3 + NaCO_3 \mid \text{Thon} = 0,018$$

$$(42)\ \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A} \mid NaCO_3 + NaCO_3}_{1/2} \mid \text{Thon} = 0,008$$

$$(43)\ \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A}}_{1,052} \mid NaO,2CO_2 + NaO,2CO_2 \mid \text{Thon} = 0,009$$

$$(44)\ \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{A} + \bar{A} \mid NaO,2CO_2 + NaO,2CO_2}_{1/2} \mid \text{Thon} = 0,004$$

Die Richtung des Stromes in diesen Ketten ist wohl die für die Erklärung des Muskelstromes erforderliche, ihre Kraft aber so klein, dass sie sogar mit den concentrirten Flüssigkeiten bestenfalls nur an die des Nervenstromes reicht. Ob die geringere Wirksamkeit des doppeltkohlensauren Natrons auf dessen geringerer Löslichkeit, oder auf der geringeren Alkalescenz beruhe, ist nicht zu sagen; ich wendete aber fortan nur das einfach-kohlensaure Natron an, indem ich annahm, dass, wenn eine Flüssigkeitskette damit zu schwach sei, um zur Erklärung des

1) Den gegenwärtigen verwandte Versuche habe ich bereits bei einer früheren Gelegenheit angestellt und veröffentlicht (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 270). Dieselben können aber mit den jetzigen nur in Bezug auf die Strömungsrichtung verglichen werden, da nicht die elektromotorischen Kräfte, sondern Multiplicatorablenkungen damals beobachtet wurden.

Muskelstromes zu dienen, sie mit dem doppeltkohlensauren Natron es vollends sein würde.

Mit der Milchsäure gab sich zunächst der bemerkenswerthe Umstand zu erkennen, dass mit der syrupsdicken, concentrirten Säure die Richtung der Kraft die umgekehrte war von der, welche dieselbe Säure, mit dem gleichen Volum Wassers verdünnt, gab. Man hat

$$(45)\ \text{Thon} \mid NaCO_3 + NaCO_3 \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L}}_{1,196} \mid \text{Thon} = 0,023;\ \text{aber}$$

$$(46)\ \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L} \mid NaCO_3 + NaCO_3}_{1/2} \mid \text{Thon} = 0,005$$

$$(47)\ \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L} \mid NaCO_3 + NaCO_3}_{1/4} \mid \text{Thon} = 0,010.$$

Zwischen der Kette (45) und der Kette (46) hat die Curve der Kraft bezogen auf die Verdünnung der Flüssigkeiten die Abscissenaxe geschnitten; die grössere Kraft der Kette (47) im Verhältniss zur Kette (46) lässt sich darauf deuten, dass die Ordinate vom Schneidepunkt an wieder wächst. Die Kraft hat jetzt wieder die zur Erklärung des Muskelstromes erforderliche Richtung, ihr absoluter Werth ist aber viel zu klein dazu; doch war die Frage, ob dieser Werth, bei wachsender Verdünnung, nicht die nöthige Grösse erreiche.

Ich verfolgte die Wirkung der Verdünnung weiter, indem ich das Volum der Flüssigkeit stets durch Zusatz von Wasser verdoppelte, also die Verdünnung nach Potenzen von 2 fortschreiten liess. Die unverdünnte Säure hatte diesmal nur 1,157 Dichte; der Strom hatte damit sogleich die Richtung, die er mit der früher angewendeten Säure erst bei deren Verdünnung annahm. Denkt man sich in der Gleichung

$$\text{Thon} \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L} \mid NaCO_3 + NaCO_3}_{1/a} \mid \text{Thon} = e$$

für a folgweise eingesetzt 1, 2 und die Potenzen von 2, so zeigt die folgende Tabelle die Werthe, die ich dem entsprechend e annehmen sah.

(48—59)

a	e	a	e
1	0,028	64	0,006—8
2	0,006	128	0,006
4	0,008	256	0,005
8	0,014	512	0,008
16	0,010	1024	0,009
32	0,008—10	2048	0,009

Bei der letzten Verdünnung bläute die Sodalösung nicht mehr das Lakmuspapier, die Milchsäure röthetete es noch deutlich. Die Zahlen lassen kein Gesetz erkennen. Eine andere Versuchsreihe, die ich bis zur 256fachen Verdünnung führte, fiel nicht besser aus. Worauf diese Unregelmässigkeit beruhte, weiss ich nicht zu sagen. Wie die Reihen sind, reichen sie aus, um zu zeigen, dass in derartigen Ketten auch bei Verdünnungen von gleicher Ordnung mit denen der thierischen Flüssigkeiten keine der Kraft der thierischen Ketten vergleichbare Kraft entsteht.

Noch ähnlicher den Verhältnissen am Muskel lässt sich unsere Anordnung machen, indem bei passender Verdünnung der Milchsäure die Sodalösung durch Blutserum ersetzt wird. Mit Serum vom Rinde erhielt ich

$$(60-62)\quad \text{Thon} \mid \underbrace{\bar{L} + \bar{L}}_{1/a} \mid \text{Serum} + \text{Serum} \mid \text{Thon} = 0{,}006-8; \; = 0{,}013-14; \; = 0{,}003-4,$$

für a = 50; = 256; = 2048. Ob der grössere Werth von e bei a = 256 auf einer Unregelmässigkeit beruhte gleich denen, welche in den Versuchen 48—59 hervortreten, oder ob es sich um ein Maximum handle, bedingt dadurch, dass mit concentrirter Milchsäure der Sinn der Kraft verkehrt ist, bleibt unentschieden.

Ein fernerer Schritt liegt darin, dass jetzt auch noch die verdünnte Milchsäure durch todtenstarres, saures Muskelfleisch ersetzt wird. Solches Fleisch vom Rinde mit Blutserum, Sehne oder Nackenband von demselben Thiere (63—65) gab zwischen Thon indess keine merkliche Wirkung. Dagegen fand sich

(66) Na Cl | Fleisch + Fleisch | Sehne + Sehne | Na Cl = 0,003[1])

(67) Na Cl | Fleisch + Fleisch | Nackenband + Nackenband |
Na Cl = 0,006

(68) Na Cl | Fleisch + Fleisch | Serum + Serum | Na Cl = 0,008

und ebenso

$$(69)\ \mathrm{Na\,Cl}\ |\ \underbrace{\bar{L} + \bar{L}}_{1/50}\ |\ \mathrm{Serum} + \mathrm{Serum}\ |\ \mathrm{Na\,Cl} = 0{,}014$$

Wenn die Gleichungen (60) und (69) richtig sind, was ich wegen der bei grösserer Verdünnung der Flüssigkeiten sich einstellenden Unregelmässigkeiten nicht unbedingt verbürgen mag, so liefern also auch verdünnte Milchsäure und Serum zwischen gesättigter Kochsalzlösung eine grössere Kraft, als zwischen Thon. Man hat hier den umgekehrten Fall von dem mit der Salpetersäure-Kali-Kette beobachteten, insofern letztere zwischen Thon oder verdünnter Kochsalzlösung stärker wirkt als zwischen gesättigter Lösung (S. oben S. 462). Die Unwirksamkeit des sauren Fleisches und alkalischen Sehnengewebes zwischen Thon ist auffallend, wegen der in der Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w.“ erkannten Thatsache, dass die Kraft des Muskels grösser erscheint, wenn der Querschnitt das Thonschild gesäuert hat. Allein ich habe mich wiederholt auf das Bestimmteste davon überzeugt; einigemal erfolgte eine sehr schwache Wirkung im umgekehrten Sinne von dem, der mit der Kochsalzlösung beobachtet wird. Uebrigens habe ich bereits in jener Abhandlung darauf hingewiesen, dass vermuthlich der Sitz der Kraft, welche in Folge der Säurung des Thonschildes zur eigentlichen Muskelstromkraft hinzutritt, an der Grenze des sauren und des unveränderten Thones zu suchen ist[2]). Hierher gehören die dort schon erwähnten Ketten

---

1) Die elektromotorische Ueberlegenheit eines mit Längs- und Querschnitt der Kette (66) im nämlichen Kreise entgegenwirkenden Froschmuskels habe ich schon früher angezeigt. De Fibrae muscularis Reactione etc. Berolini MDCCCLIX. 4°. p. 43.

2) A. a. O. S. 288.

(70-73) Thon	Mit verd. $\bar{L}$ angekneteter Thon + Mit verd. $\bar{L}$ angekneteter Thon	Längsschnitt eines frischen Froschmuskels, Sehne, Nackenband, saures Fleisch } vom Rinde +		
		Längsschnitt eines frischen Froschmuskels, Sehne, Nackenband, saures Fleisch } vom Rinde	Thon = 0,003–0,007.	

Es war interessant, zuzusehen, wie sich derartige Ketten mit destillirtem Wasser als ableitender Flüssigkeit verhalten würden. Ich erhielt

(74) HO | Sehne + Sehne | Fleisch + Fleisch | HO = 0,033

(75) HO | Nackenband + Nackenband | Fleisch + Fleisch | HO = 0,020

(76) HO | Serum + Serum | Fleisch + Fleisch | HO = 0,052

(77) HO | Serum + Serum | $\underbrace{\bar{L} + \bar{L}}_{1/50}$ | HO = 0,083.

Die Kraft fällt also mit dem destillirten Wasser bedeutend grösser aus als mit der gesättigten Kochsalzlösung, so dass dies auch hier eine bevorzugte Rolle spielt, allein die Richtung der Kraft ist die umgekehrte von der zur Erklärung des Muskelstromes erforderlichen. Wir werden von diesen Thatsachen bald eine wichtige Anwendung zu machen haben.

Solche Versuche mit Serum und Gewebetheilen halte ich für bessere Nachbildungen der am Muskel vorausgesetzten Verhältnisse, als die oben S. 470 erwähnte von den HH. v. Liebig und Buff aus blutgetränktem Filz, Hirn und Fleisch errichtete Säule, wie eine solche übrigens schon Lagrave im Anfange des Jahrhunderts erbaut hatte[1]).

Es ist somit ausgemacht, dass keine Ungleichartigkeit, wie sie je am Muskel, sogar im Verlaufe des Absterbens, vorkommt, eine Kraft liefert, welche auch nur der des Nerven entspräche; und damit wird das Gerede über den möglichen Ursprung der thierisch-elektrischen Ströme aus äusseren chemischen Ungleichartigkeiten hoffentlich sein Ende erreicht haben; obschon,

---

1) Gilbert's Annalen der Physik. 1803. Bd. XIV. S. 230; — Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 483.

wie wir sogleich sehen werden, die Beweise gegen diese Lehre noch nicht erschöpft sind.

Vielleicht ist es nicht unnütz, hinzuzufügen, dass auch die wirksamste Hydro-Thermokette, die Hr. Wild beobachtet hat, an Kraft weit hinter den Muskeln zurückbleibt, ja nur eben die Nerven übertrifft. Es war nämlich bei 100° Temperaturunterschied

$$CuSO_4 \text{ (Dichte 1,10)} — SO_3 \text{ (Dichte 1,05)} = 0{,}027$$ [1]).

---

1) A. a. O. S. 410. — Ich will hier noch anführen, dass ich versucht habe, Hrn. Scoutetten's Angabe über die elektromotorische Wechselwirkung von arteriellem und venösem Blute zu bestätigen. Hr. Scoutetten trennte die beiden frisch den Gefässen eines Pferdes entnommenen, ungeschlagenen Blutarten von einander und von der Zinklösung, in welche die verquickten Zinkenden des Multiplicators tauchten, durch eine poröse Thonwand, und fand

$ZnSO_4$ | ven. Blut + ven. Blut | art. Blut + art. Blut | $ZnSO_4$ = 0,031,

eine Kraft, welche an die schwächerer Muskeln reichen würde. Hrn. Scoutetten's Kraftmessung war zwar nicht sehr genau, da er dabei an einem gewöhnlichen Multiplicator die Stromstärken den Tangenten noch zwischen 50 und 70° proportional setzte; allein der so begangene Fehler musste vielmehr die Kraft kleiner erscheinen lassen als sie war (De l'Électricité considérée comme cause principale de l'action des Eaux minérales sur l'Organisme. Paris 1864. p. 196 et suiv.).

Ich nahm geschlagenes noch warmes Hammelblut, schüttelte einen Theil davon mit Sauerstoff, einen anderen mit Kohlensäure, so dass der grösstmögliche Farbenunterschied erreicht war, füllte zwei der oben S. 456 beschriebenen Gläser mit den beiden Blutarten, verband sie mit den die Zinklösung enthaltenden Gefässen durch mit dem gleichem Blute gefüllte Heberröhren, untereinander aber durch eine Röhre, welche bald mit dem einen bald mit dem anderen Blute gefüllt, an der Mündung, wo die beiden Blutarten zusammentrafen, mit Fliesspapier überbunden war. Es gelang mir aber in wiederholten Versuchen nicht, eine elektromotorische Wirkung in dem von Hrn. Scoutetten angegebenen Sinne sicher wahrzunehmen. Jedenfalls war die elektromotorische Kraft an meinen Vorrichtungen unmessbar.

Unter der Voraussetzung, dass Hrn. Scoutetten's Ergebniss richtig ist, würde aus meinen Versuchen folgen, dass die elektromotorische Wirkung der beiden Blutarten nicht von ihrem verschiedenen Gasgehalt herrührt.

§. IX. Von dem durch äussere chemische Ungleichartigkeiten des Muskels, neben dem inneren oder eigentlichen Muskelstrom, erzeugten Strome.

Wenn im Vorigen die Ansicht endgültig widerlegt wurde, wonach äussere chemische Ungleichartigkeiten der Quell des vom Längsschnitt zum künstlichen Querschnitt fliessenden Muskel- und Nervenstromes wären, so soll natürlich nicht damit gesagt sein, dass solche Ungleichartigkeiten, insofern es deren wirklich giebt, nicht auch unter Umständen elektromotorisch wirken, und dadurch den eigentlichen Muskelstrom, den wir fortan zum Unterschiede von dem durch jene Ungleichartigkeiten erzeugten äusseren Strom den inneren nennen wollen, verstärken oder schwächen. Um so weniger kann diese Möglichkeit bezweifelt werden, als nicht allein das Dasein solcher Ungleichartigkeiten nicht zu läugnen ist, sondern auch bereits in einem einzelnen Falle deren Betheiligung an der elektromotorischen Wirkung des Muskels erkannt wurde; ich spreche von der in der Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w." beschriebenen, durch die Säurung des den Querschnitt berührenden Thonschildes herbeigeführten Verstärkung des Stromes eines aufliegenden Muskels. Um nun aber den etwaigen Einfluss der Ungleichartigkeit von Längs- und Querschnitt allgemeiner zu untersuchen, bietet sich der Weg, die Muskelstromkraft bei Ableitung des Stromes durch verschiedene Flüssigkeiten vergleichend zu bestimmen. Zeigt mit allen Flüssigkeiten der Muskel gleiche Kraft, so ist freilich auf diesem Wege nichts auszurichten. Zeigt sich aber ein Unterschied, so kann derselbe nur daher rühren, dass die algebraïsche Summe: Flüssigkeit | Längsschnitt + Längsschnitt | Querschnitt (um von weiteren Verwickelungen abzusehen) + Querschnitt | Flüssigkeit, erstens nicht Null ist und zweitens nicht für alle Flüssigkeiten einerlei Werth und Zeichen hat; womit also ihr Dasein jedenfalls festgestellt sein würde.

Versuche mit verschiedenen Ableitungsflüssigkeiten hat, woran oben S. 468 bereits erinnert wurde, schon Hr. Matteucci angestellt, um zu zeigen, dass der Strom nicht äusseren che-

mischen Ungleichartigkeiten entspringe. Er tauchte die Endglieder seiner Muskelsäulen in Salpeter-, Schwefel-, Chlorwasserstoffsäure; Kochsalz- und schwefelsaure Kalilösung; Kali-, Natron-, Aetzkalk- und Aetzbarytlösung, ohne dass ihm eine Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten auffiel. Ich habe solche Versuche früher gleichfalls, jedoch an einzelnen Muskeln und Nerven, angestellt, indem ich auf die gewöhnlichen Zuleitungsbäusche zuerst Sicherheitsbäusche, dann Hülfsbäusche legte, die mit verdünnter Schwefelsäure (: HO : : 1 : 3) oder Kalihydratlösung (: HO : : 1 : 1) getränkt waren. Der Muskel sowohl als der Nervenstrom erschienen in der richtigen Richtung, und, soviel sich am Multiplicator beurtheilen liess, der gewohnten Stärke. Dasselbe habe ich gelegentlich mit verschiedenen Salzlösungen gesehen: mit gesättigter Kochsalz-, Salpeter-, schwefelsaurer Zink- und Kupferlösung. Da auch mit Brunnen- und destillirtem Wasser, mit verdünnter Kochsalzlösung, mit Eiweiss, endlich mit thierischen Gewebetheilen, z. B. mit Froschhaut, der Strom für die gewöhnliche Wahrnehmung in ganz gleicher Art erschien, so habe ich mich Jahre lang hierbei beruhigt, und insofern mit Recht, als es sich für mich wie für Hrn. Matteucci zunächst nur darum handelte, den Strom von dem Verdacht eines äusseren chemischen Ursprunges zu reinigen.

Für unseren jetzigen Zweck indessen sind derartige Versuche, wie ich zu sagen kaum nöthig habe, unbrauchbar. Nicht allein, dass dabei die Polarisation noch nicht ausgeschlossen war, und dass dem Multiplicator kleinere Unterschiede verhältnissmässig grosser Stromstärken entgehen, es ist auch klar, dass wegen des verschiedenen Widerstandes der ableitenden Flüssigkeiten hier im Allgemeinen nur dadurch ein sicheres Ergebniss erlangt werden kann, dass man statt der Stromstärke die elektromotorische Kraft misst. Ich verfuhr nunmehr so:

Auf den mit Zinklösung getränkten Zuleitungsbäuschen befand sich ausser dem gewöhnlichen noch ein zweites Paar Thonschilder, welches nur bestimmt war, die Verunreinigung der Zinkbäusche mit den verschiedenen Flüssigkeiten zu verhüten. Auf diesen Thonschildern, welche für jede Flüssigkeit erneuert wurden, lagen Hülfsbäusche, mit der zur Ableitung

zu benutzenden Flüssigkeit getränkt. Der Muskel (die Versuche blieben zunächst auf die Muskeln beschränkt) wurde zuerst mit Längs- und Querschnitt auf die gewöhnlichen Thonschilder gelegt, sein Strom compensirt und die Stellung des Läufers abgelesen; dann wurde er in möglichst gleicher Art über die Hülfsbäusche gebrückt, und sein Strom abermals compensirt, wobei sich zeigen sollte, ob die Natur der Flüssigkeit von Einfluss auf die Kraft sei. Aus leicht ersichtlichen Gründen konnte der Versuch an jedem Muskel füglich nur zweimal angestellt werden; nämlich das zweite Mal nach erneuertem Querschnitt, indem der Muskel mit einer anderen Stelle seines Umfanges aufgelegt wurde. Die angewendeten Muskeln waren der Sartorius, Gracilis und Semimembranosus.

Wie zu erwarten war, stellten sich bei diesen Versuchen bedeutende Störungen dadurch ein, dass die Flüssigkeiten den Muskel anätzten. Nicht selten entstand Tetanus, da denn der Versuch verloren war; aber auch sonst sank die Kraft oft so schnell, dass von einer Vergleichung derselben mit der bei Ableitung durch Thon gefundenen nicht wohl die Rede sein konnte. Dies trat z. B. ein bei Ableitung des Stromes mit verdünnter Schwefelsäure (: HO : : 1 : 3 und : : 1 : 9) und mit Kalihydratlösung (: HO : : 1 : 4, Dichte 1,074 bei 23,5^0 C.); die Kraft wurde in diesen drei Fällen nur = etwa 0,03 gefunden, während sie mit dem Thon etwa 0,05 betrug. Allein sobald abgelesen werden konnte, wurde sie auch schon rasch sinkend angetroffen, so dass sie im Augenblicke des Auflegens eben so gross oder grösser gewesen sein mochte, als mit dem Thon. Ebenso, nur minder ausgesprochen, war der Erfolg mit Salpeterlösung. Mit Salmiaklösung dagegen fiel die Wirkung mehrmals stärker aus, als mit dem Thon, doch gelangte ich, heftiger Störungen wegen, zu keiner Sicherheit. Endlich mit schwefelsaurer Zinkoxydlösung war gar kein Unterschied vom Thon zu bemerken; im Mittel aus 6 Versuchen wurde jederseits die Kraft = 0,056 gefunden.

Soweit scheinen diese Versuche den gewünschten Aufschluss zu versagen. Dagegen mit gesättigter Chlornatriumlösung erscheint regelmässig die Kraft etwas grösser als mit dem Thon.

Im Mittel aus 14 Versuchen war sie mit der Lösung 0,060, mit dem Thon wieder nur 0,056. Umgekehrt habe ich im destillirten Wasser eine Flüssigkeit gefunden, womit die Kraft, ohne irgend rascher als sonst zu sinken, erheblich kleiner ausfällt, als mit dem Thon. Im Mittel aus 16 Versuchen, in deren jedem dies zutraf, war sie mit dem Wasser 0,039, mit dem Thon abermals 0,056. Die dreimalige Wiederkehr des letzteren Mittelwerthes für die Kraft bei der Ableitung durch Thon beweist beiläufig die Zuverlässigkeit der Versuchsweise.

Hatte ich den Muskel mehreremal an derselben Stelle der Hülfsbäusche aufgelegt, so verminderte sich der Unterschied zwischen den mit dem Thon und den mit dem destillirten Wasser erhaltenen Wirkungen. Liess ich den Muskel auf den Hülfsbäuschen liegen, so fand nicht nur kein schnelleres Sinken als sonst statt, sondern ich sah im Gegentheil die Kraft bedeutend zunehmen. Dies Verhalten entspricht dem mit den Thonschildern beobachteten, welches in der Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w." beschrieben wurde[1]), und rührt augenscheinlich von der Verunreinigung des destillirten Wassers mit löslichen Muskelstoffen, unter anderen mit Säure, her.

Nach diesen Versuchen unterliegt es keinem Zweifel, dass die elektromotorische Kraft des Muskels durch die Natur der ableitenden Flüssigkeit beeinflusst wird, und zwar in gar nicht geringem Grade: denn die mit Kochsalzlösung, mit Thon und mit destillirtem Wasser erhaltenen Wirkungen sind zu einander wie 1,00 : 0,93 : 0,65. Die Art, wie die ableitenden Flüssigkeiten diesen Einfluss üben, wird durch die Ergebnisse erläutert, zu denen wir am Schlusse des vorigen Paragraphen gelangten. Saures Fleisch, verdünnte Milchsäure gaben mit Serum, Sehne, oder elastischem Gewebe zwischen Thon keine merkliche Wirkung, zwischen gesättigter Chlornatriumlösung einen Strom von der Säure zum Alkali in der Kette. Da die Reaction des Querschnittes im Vergleich zu der des Längsschnittes sich zum Sauren neigt, erscheint es in der Ordnung, dass die elektromotorische Kraft des Muskels zwischen gesät-

1) A. a. O. S. 284.

tigter Chlornatriumlösung grösser ausfällt, als zwischen Thon; denn die äussere Kraft summirt sich zur inneren, eigentlichen Muskelstromkraft. Hingegen zwischen destillirtem Wasser gab saures Fleisch oder verdünnte Milchsäure mit Serum, Sehne oder elastischem Gewebe eine bedeutend stärkere Wirkung in umgekehrter Richtung, von dem Alkali zur Säure in der Kette. Dem entspricht die erheblich kleinere Grösse der elektromotorischen Kraft des Muskels bei Ableitung durch destillirtes Wasser statt durch Thon; denn nun zieht sich die stärkere und verkehrte äussere Kraft von der inneren eigentlichen Muskelstromkraft ab.[1])

Ein besserer Beweis für den Nicht-Ursprung des Muskelstromes aus äusseren chemischen Ungleichartigkeiten, als der in diesen Versuchen enthaltene, lässt sich schwerlich liefern. Denn hier werden diese Ungleichartigkeiten wirklich nachgewiesen; ihre Wirkungen sind nicht mehr blosse Vermuthung, sondern nach Grösse und Richtung genau beobachtet, ja erklärt; und es findet sich, dass diese Wirkungen etwas vom Muskelstrom ganz verschiedenes sind, was sich algebraïsch zu ihm hinzufügt, je nach den Umständen ihn verstärkt oder schwächt.

Die wichtige Frage, welche sich jetzt aufdrängt, wie sich in dem gewöhnlichen Falle der Ableitung durch Thon jener äussere Strom verhalte, scheint auch bereits, und zwar in einer für uns sehr glücklichen Weise, im Früheren beantwortet zu

---

1) In der Abhandlung „Ueber die Erscheinungsweise u. s. w." (A. a. O. S. 278 Anm.) sind den gegenwärtigen scheinbar sehr ähnliche Versuche beschrieben. Zwischen den Querschnitt oder den Längsschnitt eines wie gewöhnlich aufliegenden Muskels und das entsprechende Thonschild wurde dort ein mit destillirtem Wasser getränktes Fliesspapierscheibchen gebracht; im ersteren Falle erfolgte Verminderung, im zweiten Vermehrung der Kraft. Man könnte danach, beim ersten Blick, den Vorgang in unserem jetzigen Versuche näher dahin bestimmen wollen, dass zwischen Muskel und Wasser allgemein eine Kraft vom ersteren zum letzteren, stärker jedoch am Querschnitt als am Längsschnitt, thätig sei. Allein eine etwas genauere Zergliederung lehrt, dass dieser Schluss nur gerechtfertigt wäre unter der unwahrscheinlichen, jedenfalls unbewiesenen Voraussetzung: Thon | HO = Thon | Querschnitt = Thon | Längsschnitt.

sein. Da verdünnte Milchsäure und saures Fleisch mit Serum, Sehne und elastischem Gewebe zwischen Thon keine merkliche Kraft entwickeln, sind wir wohl zu der Annahme berechtigt, dass mit Thon (und dann auch mit schwefelsaurer Zinkoxydlösung) der äussere Strom so gut wie Null sei.

Im Princip scheint sich diese Frage noch auf einem anderen Wege beantworten zu lassen. Dazu würde, sollte man beim ersten Blick meinen, nur nöthig sein, nach Messung der elektromotorischen Kraft des Muskels, zwischen Querschnitt und Thonschild einen zweiten Muskel so zu lagern, dass Querschnitt und Thonschild gleichartigen Längsschnitt des letzteren berühren, oder auch zwischen Längsschnitt und Thonschild eine durch zwei Querschnitte begrenzte Muskelscheibe so anzubringen, dass Längsschnitt und Thonschild gleichartigen Querschnitt berühren, und nun die Kraftmessung zu wiederholen. Diese Anordnungen sind, wie man sich entsinnt, nicht neu; vielmehr gehören sie zu meinen ältesten Versuchen, und an den Erfolg, den man dabei mit rohen Mitteln beobachtet, ist erst kürzlich erinnert worden (S. oben S. 468): der Muskelstrom erscheint in gewohnter Richtung, und, soweit der Multiplicator zu urtheilen erlaubt, in der Stärke, die man entsprechend dem durch die Einschaltung des zweiten Muskelstückes erhöhtem Widerstande zu erwarten hat.[1])

Sehr schwierig aber wird jetzt der Versuch gegenüber den höher gespannten Anforderungen, die wir an ihn stellen, und zwar deswegen, weil die Bedingung der Gleichartigkeit des dazwischengebrachten Längs- oder Querschnittes so selten sicher erfüllt ist. Vorzüglich gilt dies, nach bekannten Erfahrungen, für die beiden, die Muskelscheibe begrenzenden Querschnitte; aber auch zwischen Punkten des Längsschnittes, die auf dem Aequator oder einem Parallelkreise gelegen sind, trifft man oft grössere Spannungsunterschiede an, als man hier vernachlässigen darf, während es aus Gründen, die ich nicht ausführlich darlegen will, unausführbar ist, dieselben zu messen und in Rechnung zu ziehen. Mit der Beschreibung der kleinen

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 558. Taf. V. Fig. 50. 51.

Kunstgriffe, durch deren Hülfe ich diese Schwierigkeiten zu überwinden versucht habe, mag ich auch den Leser nicht ermüden. Ohne diese Angabe unbedingt verbürgen zu wollen, glaube ich sagen zu dürfen, dass die elektromotorische Gesammtkraft des Muskels durch das Dazwischenbringen eines zweiten Muskelstückes in der einen oder anderen der beiden beschriebenen Arten um eine kleine Grösse verringert erscheint. Mit anderen Worten, die Flüssigkeitskette:

Thon | Querschnitt + Querschnitt | Längsschnitt
+ Längsschnitt | Thon

würde eine im Vergleich zur eigentlichen Muskelstromkraft zwar sehr unbedeutende, immerhin jedoch nachweisbare Kraft in gleichem Sinne mit jener entwickeln; ein Ergebniss, welches mit dem Erfolg der Versuche mit saurem Fleisch, Serum u. s. w. zwischen Thon im Widerspruch ist.

Inzwischen zeigt es sich bei näherer Ueberlegung, dass unser Versuchsplan doch so einwurfsfrei nicht ist, wie er sich anfänglich darstellt. Es kann nämlich sehr wohl bezweifelt werden, dass die elektromotorische Kraft A zwischen dem Längsschnitt eines und dem künstlichen Querschnitt eines anderen Muskels die nämliche sei, wie die A′, welche, abgesehen von den elektromotorischen Molekeln, innerhalb eines und desselben Muskels durch die Berührung aller der Stoffe erregt werde, die darin vom künstlichen Querschnitt bis zum Per mysium des Längsschnittes aufeinander folgen. Sobald dies nicht der Fall ist, haben wir in unseren Versuchen zwar den Unterschied der Kräfte ausser Spiel gebracht, die zwischen dem Thon und einerseits dem Quer-, andererseits dem Längsschnitt ihren Sitz haben; dafür haben wir aber den Unterschied der Kräfte A—A′ in's Spiel gebracht, von dem wir gar nichts wissen, und der sehr leicht der Grund des bezeichneten Widerspruches sein könnte.

Wie dem auch sei, der äussere Muskelstrom fällt bei der gewöhnlichen Ableitung jedenfalls so schwach aus, dass er für eine zu vernachlässigende Erscheinung gelten kann, und dass seine Bedeutung vielmehr darin besteht, wie oben gesagt wurde, dadurch, dass in ihm sich die wahre Wirkung der äusseren Un-

gleichartigkeiten kundgiebt, zum Beweise des Nicht-Ursprunges des Muskelstromes aus diesen Ungleichartigkeiten, den Schlussstein abgegeben zu haben.

§. X. Von der Erscheinungsweise der thierisch-elektrischen Ströme bei Ableitung durch Metalle.

Auch bei unmittelbarer Berührung der Muskeln mit den metallischen Multiplicatorenden lässt Hr. Matteucci den Strom in gewohnter Art erscheinen.[1] Es ist schwer zu begreifen, dass ihm bei diesem Versuche nicht dasselbe begegnet ist, was mich bei dessen Anstellung vor Jahren in grosse Verlegenheit setzte, aus der ich erst durch mein jetziges Verfahren der elektromotorischen Kraftmessung gezogen ward. Ich verfertigte damals aus Kork eine kleine Vorrichtung der Art, dass ein Muskel oder Nerv mit seinem Aequator bequem auf einen ausgeglühten Streifen Platinblech gelagert werden konnte, während sein künstlicher Querschnitt wider ein ähnliches, senkrecht gegen jenes, aufgestelltes Blech stiess. Ich überzeugte mich zuerst, indem ich die Bleche mit symmetrischen Längsschnittspunkten berührte, von der ausreichenden Gleichartigkeit der beiden Bleche. Wie betroffen war ich aber, als ich nun den Muskel in die wirksame Lage brachte, und am Muskel-Multiplicator der Strom nicht erschien, während am Nerven-Multiplicator selbst der kräftigste Muskel nur eine Wirkung, der eines Nerven vergleichbar, erzeugte, vom Nervenstrome selber aber beim Auflegen eines Nerven nichts wahrzunehmen war. Und doch fiel bei dieser Anordnung der Widerstand der feuchten Zuleitung zwischen Muskel oder Nerv und metallischen Multiplicatorenden fort, der keinen unbedeutenden Theil des Gesammtwiderstandes des Kreises ausmacht.

Die beste Erklärung, die ich mir von diesem räthselhaften Verhalten zu geben wusste, war die, dass mit dem Platin das Alkali des Längsschnittes und die relative Säure des Querschnittes nach Art einer Becquerel'schen Kette einen äusse-

---

1) Annales de Chimie et de Physique. 1842. 3me Série. t. VII. p. 338. 6°.

ren Strom vom Alkali zur Säure in der Kette, also im umgekehrten Sinne des Muskelstromes, erregen; und dass nach bekannten Grundsätzen[1]) dieser Strom stärker ausfällt, als bei Ableitung durch einen Elektrolyten; so stark, dass dadurch der innere eigentliche Muskelstrom fast ganz aufgehoben wird.

War diese Auffassung richtig, so mussten bei Ableitung mit Platin die schwachen Ströme des Längs- und Querschnittes (die Neigungsströme der Muskeln kannte ich damals noch nicht) in unveränderter Stärke erscheinen, ja sie durften den Strom vom Längs- zum Querschnitt übertreffen. Ferner musste der Muskelstrom (um, der Einfachheit des Ausdruckes halber, die Erörterung zunächst auf ihn einzuschränken) in gewohnter Stärke hervortreten, sobald zwischen dem Muskel und dem Platin jederseits ein Blatt mit Serum oder verdünnter Kochsalzlösung getränkten Fliesspapiers, oder zwischen Längsschnitt und Platin eine quere Muskelscheibe, oder endlich zwischen Querschnitt und Platin ein Muskel der Länge nach, angebracht wurde. Endlich musste ein Gastroknemius, mit Haupt- und Achillessehne zwischen Platin, bei Vernichtung seiner parelektronomischen Schicht durch Kreosot, den gewohnten Ausschlag liefern. Als ich aber diese Versuche anstellte, fand von alledem nichts statt. Der Muskelstrom war und blieb bei dieser Art der Ableitung auf eine blosse Spur beschränkt.

Indem ich später diese Untersuchung mit Hülfe des Compensators wieder aufnahm, gelangte ich bald zur Lösung des Räthsels. Am Compensator nämlich zeigt sich, dass während die Stromstärke dergestalt auf einen kleinen Bruchtheil beschränkt erscheint, die elektromotorische Kraft ungeschwächt fortbesteht. Ich erhielt z. B. von drei Muskeln bei nur 43; 33; 25^{sc} Ablenkung durch den Strom, beziehlich 0,058; 0,047; 0,044 Daniell für die zugehörigen Kräfte, also ganz gewöhnliche Mittelwerthe; von einem Ischiadnerven bei nur 7^{sc} Ablenkung (mit Hauy'scher Compensation) 0,028, wovon ein Theil auf Platin-Ungleichartigkeiten zu rechnen ist. Und nun fielen mir die Schuppen von den Augen. Die scheinbare

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 135. 210. 211.

Vernichtung des Muskel- und Nervenstromes bei dieser Art der Ableitung beruht einfach auf Polarisation, und die Polarisation erreicht im Nu diese Höhe wegen der kleinen Ausdehnung, in der das Platin von den thierischen Theilen berührt wird. Beim Compensiren des Stromes kommt die Polarisation nicht zu Stande, oder sie verschwindet in dem Maasse, wie das Gleichgewicht erreicht wird. Damit stimmt vollkommen, dass auch der compensirende Stromzweig der Maasskette, wenn die Platinelektroden symmetrischen Längsschnittspunkten angelegt werden, oder wenn der Muskel durch einen Thonstab von gleichen Maassen ersetzt wird, dieselbe Schwächung erleidet. Dem Verhalten mit Platinelektroden ähnlich ist das mit Goldelektroden, dagegen mit solchen aus Silber, galvanoplastischem Kupfer, verquicktem Zink erscheint der Muskelstrom in ansehnlicher Stärke, nur sehr unbeständig.

Die Polarisation der Platinelektroden durch den entgegengesetzten Ausschlag beim Schliessen des Kreises ohne den polarisirenden Strom nachzuweisen, gelingt schwer wegen ihrer grossen Flüchtigkeit; am besten noch, indem man den Muskel plötzlich, statt mit Längs- und Querschnitt, mit symmetrischen Längsschnittspunkten die Bleche berühren lässt. Liegt der Muskel mit Längs- und Querschnitt auf, so glückt es übrigens häufig, den Strom auf Augenblicke kräftiger hervorzulocken, indem man die Berührungsstelle am Längsschnitt erschüttert: der sogenannte Schüttelversuch [1]).

§. XI. Anwendung unserer elektromotorischen Kraftmessungen auf die physikalische Theorie der elektromotorischen Molekeln.

Wir kehren, nach dieser Abschweifung, zu den Anwendungen zurück, welche sich von unseren elektromotorischen Kraftmessungen machen lassen, um über den Ursprung der thierisch-elektrischen Ströme etwas Näheres festzustellen. Wir haben dieselben bereits verwerthet, um die Unmöglichkeit darzuthun, jene Ströme aus äusseren chemischen Ungleichartigkeiten abzu-

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 212.

leiten; jetzt wollen wir sehen, ob sich damit etwas anfangen lasse, um die in den elektromotorischen Molekeln thätigen Kräfte einigermaassen genauer zu bestimmen.

Unter den elektromotorischen Molekeln sind nämlich nicht kleinste Theile des Muskels zu verstehen, welche, mit elektromotorischen Kräften ausgerüstet, unablässig an sich stromerzeugend wirken, etwa wie in Ampère's Theorie die Eisentheilchen, ihrer Natur nach, unablässig von Strömen umkreist gedacht werden. Wenn die Ampère'schen Molecularströmchen bisher allein eine mathematische Fiction sind, der meines Wissens noch nie versucht wurde, eine physikalische Grundlage zu verleihen, so ist es ein Missverständniss gewesen, zu dem wohl die bisher unvollständig gebliebene Darstellung in meinem Werke verleitete, wenn auch die elektromotorischen Molekeln dergestalt als abstracte Wesen aufgefasst wurden. Ich habe mir darunter vielmehr stets auf bestimmte Weise orientirte Heerde chemischer Thätigkeit gedacht, und diese Thätigkeit für einerlei mit derjenigen gehalten, welche die Athmung des Muskels ausmacht.[1]) Statt des Begriffes der elektromotorischen Molekeln hätte ich anfangs vielleicht besser den sehr kleiner elektromotorischer Flächen eingeführt, welche im Grunde das Einzige sind, von dessen Dasein wir sichere Kunde haben; einen Begriff, der, noch abstracter als der der elektromotorischen Molekeln, zu gar keiner Vorstellung, also auch zu keiner falschen mehr, die Handhabe bietet. In der That, der Faser parallele Reihen darauf senkrechter elektromotorischer Flächen, wie in Fig. 7, sind, physikalisch-mathematisch genommen, Alles, was man zur Erklärung der elektromotorischen Erscheinungen braucht.

Inzwischen ist es eben ein Vorzug unserer Theorie vor der Ampère'schen, dass sie nicht bloss eine abstracte Fiction zu bleiben braucht, sondern dass die Möglichkeit wenigstens da ist, (wie gering auch die Wahrscheinlichkeit sei), dereinst etwas über die Ursache der in den elektromotorischen Molekeln thätigen Triebkraft auszusagen. Zu einem kleinen Schritt in die-

1) Ueber das Gesetz des Muskelstromes u. s. w. A. a. O. S. 595. 596; — Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1864. S. 322. 323.

ser Richtung haben wir jetzt den Boden gewonnen. Es ist klar, wenn anders meine Hypothese über die Anordnung der elektromotorischen Elemente im Muskel richtig ist, dass die gesuchte Ursache keine sein könne, welche nicht eine elektromotorische Kraft von mindestens dem doppelten Betrage der elektromotorischen Kraft des senkrecht durchschnittenen Muskels zu erzeugen vermag. Keine Combination, die nicht eine Kraft von $2 \times 0{,}080 = 0{,}160$ Daniell liefert, kann die in den elektromotorischen Molekeln thätige sein; denn so hoch, bis zu 0,080 Daniell, haben wir die Kraft zwischen Aequator und Pol des Muskels steigen stehen. Es ist aber sogar die höchste Wahrscheinlichkeit dafür da, dass die Kraft der Molekeln jene Grenze noch um Vieles überschreite (Vergl. oben S. 453).

Wie man mit Hinblick auf unsere Messungen jetzt leicht bemerkt, wird das Wesen der elektromotorischen Molekeln durch diese Betrachtungen keinesweges verständlicher. Freilich mag es unter den zahllosen möglichen Combinationen von Stoffen noch eine Menge Fälle geben, in welchen eine solche Kraft entsteht. Halten wir uns aber an das Bekannte, so sind die einzigen Combinationen, welche nicht durch ihre zu geringe Leistung ohne Weiteres von der Mitbewerbung ausgeschlossen sind, abgesehen von den Schwefelleberketten, deren Natur als reiner Flüssigkeitsketten zweifelhaft ist, merkwürdigerweise nur solche, deren eines Glied destillirtes Wasser ausmacht.

Dass auch hier mit den Wild'schen Hydro-Thermoströmen, soweit unsere Kenntniss derselben reicht, nichts anzufangen sei, braucht kaum bemerkt zu werden.

Vielleicht ist es aber falsch, hier bloss die Flüssigkeiten im Muskel und Nerven als bei der Elektricitätserregung betheiligt zu betrachten. Durch meine Erfahrungen über die Nobili'schen Thon-Thermoströme, über die Ströme der menschlichen Haut u. s. w., wurde ich früher schon zu der Vorstellung gedrängt, dass bei solchen porösen Halbleitern, wie auch die thierischen Gewebe sie darstellen, auch das halbleitende Gerüst eine elektromotorische Rolle spiele.[1]) Aehnliches mag hier gelten: allein mit solchen Muthmassungen ist wenig gethan.

---

1) Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1856. S. 467.

Allerdings giebt es eine Stromursache, welche gerade unter solchen Verhältnissen thätig ist, wie wir sie eben in den thierischen Geweben annahmen, und welche unter Umständen eine Kraft erzeugt, die mehr als ausreicht, um die elektrischen Erscheinungen an den Nerven und Muskeln zu erklären. Dies ist (Vergl. oben S. 454) die von Hrn. Georg Quincke entdeckte, von der die Diaphragmaströme herrühren. Die Muskeln und Nerven lassen sich als poröse Körper auffassen, durch welche hindurch Flüssigkeiten unter mechanischem Druck, oder unter der Einwirkung von Diffusionskräften, oder von elektrischen Triebkräften sich bewegen können. Gleichviel woher die Bewegung stamme, sie wird, nach Hrn. Quincke, von einer elektromotorischen Wirkung in ihrem Sinne begleitet sein. Wenn nun aber auch, wie ich es bei einer früheren Gelegenheit andeutete, die Möglichkeit da ist, die Entstehung der Elektrotonusströme auf diesem Wege zu begreifen,[1]) so möchte es doch nicht leicht sein, eine Vorstellung zu ersinnen, wonach der Strom des ruhenden Muskels oder Nerven auf das Schema eines Diaphragmastromes zurückgeführt würde, geschweige eine solche, wonach eine elektromotorische Molekel als ein kleiner Diaphragmaapparat erschiene. Obschon ferner mit destillirtem Wasser und Diaphragmen aus Schwefel, Quarzsand, Seide u. d. m. bei mässigem Druck bei weitem grössere elektromotorische Kräfte erzeugt werden, als die deren wir bedürfen, würde mit destillirtem Wasser und thierischer Blase erst bei über 10 Atmosphären Druck, unter der Voraussetzung einer so weit reichenden Proportionalität zwischen Druck und Kraft, letztere gross genug sein, um den Muskelstrom zu erklären, d. h. 0,16 Daniell betragen; während bei der geringsten Verunreinigung des destillirten Wassers die Kraft wieder zur Unmerklichkeit herabsinkt[2]).

Noch eine andere Schwierigkeit bietet sich für das Verständniss des Vorganges in den elektromotorischen Molekeln dar. Wir haben, der gewöhnlichen Vorstellung entgegen, ge-

1) Dieses Archiv, 1860, S. 542. Anm. 1.

2) Vergl. Quincke in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1859. Bd. CVII. S. 1; — 1860. Bd. CX. S. 38.

funden, dass die Flüssigkeitsketten keinesweges beständig sind. Vielmehr sinkt deren Kraft schnell, und es kann auch kaum anders sein. Wenn zwei Flüssigkeitsmassen entweder in wagerechter Ebene durch ihre Dichte, oder sonst durch eine poröse Wand geschieden, einen Strom erzeugen, sind auch stets die Bedingungen für ihre Vermischung und, wenn sie chemisch aufeinander wirken, für die Erzeugung von Zwischenproducten an der Grenze gegeben, und der Anfangszustand wird nur annähernd durch die Diffusion gewahrt, welche jene Producte zu entfernen und wieder Bestandtheile der beiden ursprünglichen Flüssigkeiten an deren Stelle zu setzen strebt. Bei den elektromotorischen Molekeln scheint es undenkbar, dass die Diffusion ausreichen solle, um den Vorgang auch nur in dem Maasse zu unterhalten, wie bei zwei ausgedehnten Flüssigkeitsmassen. Sie wird zwar gebildete Producte fort, und in die Masse des umgebenden, die Kette schliessenden Leiters schaffen, aber nicht bewirken können, dass die zur Fortsetzung des Processes nöthigen Theilchen, die Ersatztheilchen, an die richtige Stelle, in die richtige Stellung rücken. Sie wird nur so viel leisten, dass die Ersatztheilchen in der einen oder anderen Gestalt neben den gebildeten Producten in der umgebenden Flüssigkeit gleichsam zur Hand sind. Um dieselben zu fassen und gehörig einzuordnen, so dass ein Paar ungleichartiger Theilchen wieder im richtigen Sinne einander gegenüberstehen, und dass die im Process zu Grunde gehende elektromotorische Fläche stets wieder erneuert werde, dazu fehlt es an jedem denkbaren Mittel. Dennoch kann es nicht zweifelhaft sein, dass die elektromotorischen Molekeln die Flüssigkeitsketten weit an Beständigkeit hinter sich lassen. Während des unversehrten Lebens stellen wir sie uns als in ununterbrochener Thätigkeit vor; aber sogar der Strom zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt eines Muskels, vollends der natürliche Neigungsstrom zwischen Haupt- und Achillessehne eines Gastroknemius, ist ohne Vergleich beständiger als der einer Säure-Alkali-Kette. Es erhellt somit die Nothwendigkeit, neben den allgemeinen physikalischen Kräften, hier noch besondere Einrichtungen anzunehmen, von denen wir uns freilich für jetzt so wenig ein Bild zu machen wissen, als von denen,

welche den Theilchen eines wachsenden Krystalls oder einer Zelle ihren Ort und ihre Stellung mehr oder minder stabilen Gleichgewichtes anweisen.

Bei einer solchen Lage wäre es müssig, auch noch die Ranke'schen Thatsachen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, obschon dies nicht gerade als das Schwierigste erscheint. Auch die von Hrn. H. Munk schon einmal erörterte Frage, ob die Muskelprismen (Bowman's sarcous elements), beziehlich die Brücke'schen Disdiaklasten, mit den elektromotorischen Molekeln einerlei seien,[1]) bleibt besser vorläufig unerörtert.

Das Ergebniss, zu dem wir gelangt sind, ist also schliesslich, dass wir mit unseren bisherigen Kenntnissen nicht ausreichen, um uns von den elektromotorischen Molekeln als Stromerregern eine einigermaassen befriedigende Vorstellung zu machen. Es ist aber nicht so paradox, als es klingt, wenn behauptet wird, dass gerade in dieser Einsicht ein erster Schritt zur physikalischen Theorie jener hypothetischen Gebilde liege.

§. XII. Ueber Ströme in Kreisen nur aus flüssigen Leitern.

In allen ächten Flüssigkeitsketten, wo die metallischen Multiplicatorenden in gleichartige Flüssigkeiten tauchen, spielt der Multiplicatordraht nur die Rolle eines unwirksamen leitenden Bogens, und muss er, unbeschadet der Stromkraft, durch einen Flüssigkeitsbogen zu ersetzen sein. Von diesem Standpunkt aus haben die thierisch-elektrischen Ströme längst wenigstens das eine Räthselhafte eingebüsst, was ihnen in Volta's Augen anhaftete, nämlich Ströme in Kreisen nur aus Leitern zweiter Klasse zu sein. Wenn Volta ihrethalben diese Klasse in zwei Unterabtheilungen spaltete, deren eine die wirklich flüssigen Leiter, die andere die einsaugungsfähigen organischen Körper enthielt,[2]) so wissen wir jetzt durch Hrn. Wild, dass, ganz ab-

1) Nachrichten von der G. A. Universität u. s. w. zu Göttingen. 1858. S. 1.

2) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 92.

gesehen von der Gegenwart solcher Körper, deren Einfluss erst zu beweisen wäre, die Elektrolyte in verschiedene Reihen zerfallen, deren Glieder eine sogenannte Volta'sche Spannungsreihe ausmachen, während die Glieder zweier Reihen keinem solchen Gesetze gehorchen. Inzwischen sind die Versuche über Flüssigkeitsketten fast stets mit Vertheilung der einen Flüssigkeit in zwei Massen, und Eintauchung gleichartiger Multiplicatorenden in diese Massen, angestellt, und man könnte verlangen, die Analogie der Flüssigkeitsketten und der thierischen Erreger dahin vervollständigt zu sehen, dass man die Wirksamkeit von Flüssigkeitsketten in Kreisen nur aus feuchten Leitern darthäte.

Mit der Elektrolyse wird dies nicht zu bewerkstelligen sein. Denn obschon die Ausscheidung von Ionen ausnahmsweise an der Grenze von Elektrolyten stattfindet, so geschieht dies doch erst bei ganz anderen Stromstärken, als den in den Flüssigkeitsketten vorhandenen[1]). Ein Versuch, den Hr. Fechner anstellte, Jodkaliumlösung zwischen Kochsalzlösung, in der oben S. 459 besprochenen angeblichen Flüssigkeitskette aus Schwefelleber und Kupfervitriol, sichtbar zu zersetzen, blieb ohne Erfolg[2]). Ebensowenig dürfte die thermische Wirkung oder die elektromagnetische Fernwirkung des Stromes hier ein brauchbares Mittel abgeben, um sich von seinem Dasein zu unterrichten.

Vielmehr ist der richtige Weg uns hier sichtlich durch die Zuckung ohne Metalle gewiesen. Der stromprüfende Froschschenkel bietet das beste Mittel dar, die Wirkung der Flüssigkeitsketten ohne Einschaltung von Metallen zu prüfen. Hr. Becquerel der V. hat vor längerer Zeit zuerst diesen Weg betreten, wobei es aber, abgesehen von einer Menge unnützer Verwickelungen, zweifelhaft blieb, ob wirklich die Zuckungen von dem Strome der Säure-Alkali-Kette herrührten[3]). Hr. Matteucci hat später, ohne Hrn. Becquerel zu nennen, den Versuch in besserer Gestalt vorgebracht.[4]) Am einfachsten,

---

1) Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1856. S. 406.

2) A. a. O. S. 248.

3) Comptes rendus etc. 29 Mars 1847. t. XXIV. p. 505.

4) Comptes rendus etc. 31 Décembre 1849. t. XXIX. p. 806. 807.

sichersten und zierlichsten aber lässt er sich folgendermaassen anstellen.

Von zwei Gefässen wird das eine mit Salpetersäure, das andere mit Kalihydratlösung gefüllt. Auf einander gegenüberstehenden Punkten der Ränder dieser Gefässe werden rechtwinklig geknickte Thonstäbe so aufgesetzt, dass das eine Ende des Stabes senkrecht in die Flüssigkeit taucht, das andere wagerecht dem entsprechenden Ende des anderen Stabes entgegenragt. Ueber die beiden wagerechten Enden wird der Nerv des stromprüfenden Schenkels gebrückt. Wird nun ein mit Salpetersäure gefülltes, an beiden Enden mit Fliesspapier verstopftes Heberrohr abwechselnd in die Gefässe getaucht und abgehoben, so erfolgt lebhafte Zuckung, je nach den Umständen nur bei der Schliessung, nur bei der Oeffnung, oder in beiden Augenblicken. Die Richtung des Stromes ist, wie wir von früher her wissen (S. oben S. 462), vom Kali zur Säure in der Kette; ebendaher sind uns die Gründe für die Ueberlegenheit der gewählten Anordnung in elektromotorischer Beziehung bekannt.

Auch durch Induction lassen sich natürlich Ströme in Kreisen nur aus feuchten Leitern erzeugen, doch scheint es nicht ganz leicht zu sein, sie sichtbar zu machen, wenigstens missglückten mir zwei Versuche, die ich vor langer Zeit dazu anstellte. Das eine Mal experimentirte ich, im April 1849, in Halle durch die Güte des Hrn. Professors Hankel an einem grossen Elektromagnet, zwischen dessen kegelförmigen Polspitzen der Bancalari'sche Flammenversuch sehr schön gelang. Ein in Gestalt eines Doppelbechers ausgehöhlter Kork wurde zwischen die Polspitzen gebracht, und der Nerv des stromprüfenden Schenkels ringförmig darum geschlungen. Beim Schliessen und Oeffnen der Kette blieb der Schenkel in Ruhe. Das zweite Mal experimentirte ich (im October desselben Jahres) durch die Güte des Hrn. Professors Poggendorff an dem der Akademie der Wissenschaften gehörigen Elektromagnet. Der Magnet zeigte abermals den Flammenversuch; Froschmuskeln stellten sich äquatorial im magnetischen Felde, beiläufig auch dann, wenn ich daran einen künstlichen Querschnitt angelegt und sie in einen

Ring gebogen hatte, worin der Muskelstrom kreiste, so dass der Diamagnetismus die elektromagnetische Richtkraft des Muskelstromes überwog. Ich suchte diesmal den Widerstand des Kreises dadurch zu verkleinern, dass ich einen mit gesättigter Kochsalzlösung getränkten Bausch ringförmig um die Polspitzen bog, über dessen mit Eiweisshäutchen bekleidete Enden ich den Nerven brückte. Doch blieb auch hier beim Schliessen und Oeffnen der Kette Alles in Ruhe. Seitdem hat Hr. Faraday die früher nur mittelbar[1]) von ihm nachgewiesene Induction in feuchten Leitern mittels eines mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Kautschukschlauches am Multiplicator unmittelbar dargethan[2]). Es ist kein Zweifel, dass bei seiner Anordnung auch der stromprüfende Schenkel gezuckt hätte.

---

1) Experimental Researches etc. Reprinted from the Philosophical Transactions. London 1839. vol. I. p. 54. Ser. II. No. 184. 188. 191. 200. 201. 213. 214.

2) Archives des Sciences physiques et naturelles. Mars 1854. t. XXV. p. 267; — Philosophical Magazine etc. April 1854. 4. Series. vol. VII. p. 265; — Poggendorff's Annalen u. s. w. 1854. Bd. XCII. S. 299.

Ueber Annelidlarven mit porösen Hüllen.

Von

A. Krohn und A. Schneider.[1]

(Hierzu Taf. XIII.)

In den Buchten von Nizza und Villafranca fanden sich während des März öfters undurchsichtige Kugeln, welche eine Menge Körnchen und grosse ölartige Tropfen enthalten. Ihre Oberfläche ist mit einer dicken Haut bedeckt, welche von vielen Porenkanälen durchsetzt ist. Ich sammelte eine Anzahl derselben und beobachtete, dass sie bereits am anderen Tage mit einem kurzen Wimperbesatz bedeckt waren. Die poröse Schicht hatte sich in keiner Weise verändert, auf ihrer glatten

1) Vorliegende Abhandlung ist in folgender Weise entstanden. Nachdem ich mich in Nizza längere Zeit mit den hier beschriebenen Larven beschäftigt hatte, sprach ich mit dem ebenfalls dort anwesenden Hrn. Krohn davon. Diese Larven waren ihm sehr wohl bekannt, und mit der ihm eigenthümlichen grossen Liberalität übergab er mir seine darauf bezüglichen Tagebuchsblätter zu beliebigem Gebrauch, indem er zugleich hoffte, dass ich die Entwicklung derselben noch weiter verfolgen würde. Allein diese Hoffnung erfüllte sich nicht, da diese Larven mir lange Zeit nicht mehr zu Gesicht kamen. Obgleich Hr. Krohn seine Beobachtungen noch nicht zu publiciren beabsichtigte, schienen sie mir doch so werthvoll, dass ich mir endlich von ihm die Erlaubniss auswirkte, dieselben veröffentlichen zu dürfen. Ich werde zuerst meine eigenen Beobachtungen mittheilen, welche gerade die frühesten Stadien, und dann diejenigen Hrn. Krohn's, welche die weitere Entwickelung betreffen.

A. Schneider.

Oberfläche konnte keine Zellschicht vorhanden sein, es war nur denkbar, dass die einzelnen Wimpern durch die Porenkanälchen zu Tage traten. Am zweiten Tage waren die Wimpern gewachsen, und an einer Stelle, welche sich dadurch als der vordere Körperpol zu erkennen gab, bildete sich ein Schopf längerer Wimpern. Gleichzeitig erschien jederseits nahe dem vorderen Körperpol ein dunkler Augenpunkt (Fig. 1). In den folgenden Tagen war äusserlich keine auffallende Veränderung an den Larven zu bemerken. Sie verloren nur ihre kugelförmige Gestalt, platteten sich auf der Rück- und Bauchseite ab und nahmen einen mehr elliptischen Umriss an. Endlich ungefähr am achten Tage traten zwei Paar Borstenbündel auf. Jedes Bündel besteht aus zwei gegliederten und einer einfach nadelförmigen Borste (Fig. 2). Fusshöcker waren nicht vorhanden, vielmehr kamen die Nadeln aus einer tiefen Einstülpung des Körpers hervor. Das Wimperkleid war noch in voller Thätigkeit, obgleich sich die Larven mehr auf dem Boden hielten. Weiter gelang es mir nicht, die Larven am Leben zu erhalten.

In diesem Stadium mit den vier Borstenbündeln ist die Larve bereits von J. Müller in Triest [1]) gesehen und so vollständig ist seine Beschreibung, dass ich sie einfach statt der meinen hätte abdrucken lassen können. Das frühere borstenlose Stadium, sowie die poröse Hülle hat Müller jedoch nicht beobachtet.

Die zweite hier zu beschreibende Larvenform wurde erst in einem schon mehr vorgerückten Stadium gefunden. Ihre Gestalt ist elliptisch, flach. Sie besitzt eine verhältnissmässig dicke Hülle, welche auf ihrer äusseren Fläche mit dicht aneinander stehenden theils runden, theils polyedrischen Grübchen bedeckt scheint. In Wahrheit ist aber die Lage der Grübchen folgende. Die Hülle besteht aus zwei Schichten, einer dickeren das Licht stärker brechenden, welche auf ihrer äusseren Fläche mit den Grübchen besetzt ist; darüber liegt eine dünne das Licht wenig brechende Schicht, welche die Grübchen vollkommen ausfüllt und nach aussen der Hülle wieder eine

1) Monatsberichte der Berliner Akademie. 1851. S. 472.

vollkommen glatte Begrenzung giebt. Der eigentliche Körper füllt diese Hülle nicht vollkommen aus, sondern liegt derselben nur an gewissen Punkten an. Einmal am Hinterende, wo die Körpersubstanz eine Spitze bildet, sodann in den Linien und Punkten, an welchen Wimpern auf der Hülle stehen. Vorn befindet sich ein Schopf langer Wimpern (Fig. 6), sodann umgiebt den Körper etwas vor der Mitte eine Reihe von Wimpern und eine zweite etwas vor dem Hinterende. An dem Schopf ist der Larven-Körper zu einer Spitze ausgezogen, den beiden Wimpergürteln entsprechend, in zwei Wülsten, welche der Haut dicht anliegen. Betrachtet man die Wimpergürtel genauer, so fällt es auf, dass die Wimpern nicht ununterbrochen verlaufen, und namentlich an den Rändern der Larve, die natürlich ihrer Gestalt nach in der Ruhe stets auf der flachen Seite liegt, immer fehlen. Allein es lässt sich am unversehrten Körper die wahre Bildung des Wimpergürtels nicht erkennen. Drückt man aber vorsichtig, so fliesst die Körpermasse aus, und man erkennt an der ziemlich unversehrt zurückbleibenden Hülle (Fig. 7), dass dieselbe in der Linie des vorderen Wimperkreises von etwa 8 elliptischen Löchern durchbohrt ist, welche um ein Weniges grösser sind als die Facetten. In Wahrheit habe ich diese Löcher nur am vorderen Wimperkreise erkannt, aber es ist wohl anzunehmen, dass sie am hinteren Wimperkreise ebenfalls vorhanden sind. Am Schopf erkennt man die Durchbohrung der Hülle schon beim unversehrten Thiere. Es ist klar, dass die Wimpern in Büscheln auf den Fortsätzen sitzen, welche die innere Körpersubstanz durch die Löcher der Haut sendet.

Von inneren Organen lässt sich in diesem früheren Stadium nur wenig erkennen; eine längliche Zellmasse in der Mitte dürfte wohl der Darm sein. In einem später vorgeschrittenen Stadium (Fig. 8) füllt die Leibesmasse die Hülle vollkommen aus. Vor dem vorderen Wimperkreise zeigen sich dann zwei dunkle Augenflecke und neben dem Darm jederseits mehrere noch ganz im Innern liegende zarte Borsten, die sich aber nicht isoliren liessen. Weiter konnte ich selbst diese Larve nicht verfolgen.

Bei Nizza und Villafranca fand sich noch eine andere, der zuletzt beschriebenen sehr nahe stehende Species, welche nur halb so gross, ebenfalls glatt, aber von kreisförmigem Körperumriss und mit sehr flachen Grübchen versehen war. Ich habe sie jedoch weniger genau beobachten können als die erste.

Was uns an diesen Larven schon abgesehen von ihrer Entwicklung interessirt, ist das Verhältniss der Wimpern zu den Membranen, welchen sie aufzusitzen scheinen. Bei der ersten Larvenform bilden sich die Cilien wahrscheinlich in der Weise aus, dass die darunter liegenden Zellen Fortsätze durch die Porenkanäle der Haut schicken. Denn auf der Cuticula finden sich keinerlei Zellen und man wird nicht annehmen wollen, dass diese selbst die Wimpern bilden wird. In der zweiten Larvenform treten die Wimpern als Büschel durch die Löcher der Cuticula. Es ist eine sehr häufige Erscheinung, dass Wimpern nicht direct auf den zu ihnen gehörigen Zellen sitzen, sondern auf einer scheinbar homogenen Cuticula, welche die Zelle bedeckt. Nach diesen Beobachtungen wird es wahrscheinlich, dass in allen diesen Fällen die Cuticula von Porenkanälen durchsetzt ist, durch welche die Wimperhaare mit den Zellen in Verbindung stehen. Es ist mir auch gelungen, noch einen Fall zu finden, in welchem dieses Verhältniss sehr deutlich hervortritt. Die Zellschicht des Magens von Ophiocoma caudata ist nämlich auf der inneren Fläche zuerst von einer Schicht bedeckt, welche sich genau verhält wie die Cuticula im Darm der grösseren Nematoden (Ascaris lumbricoides und megalocephala); sie zeigt dieselbe Neigung, in Stäbchen zu zerfallen. Auf dieser Schicht sitzen nun scheinbar die zarten aber sehr langen Wimpern, von denen sich doch sicher annehmen lässt, dass sie durch die Stäbchenschicht hindurch mit den Zellen in Verbindung stehen.

Aber noch in einer anderen Beziehung bieten diese Larven ein histologisches Interesse dar. Es ist schon oft die Behauptung aufgestellt worden, dass die Dotterhaut oder Eihaut der Ringelwürmer und Gephyreen direct zur äusseren Körperhaut wird und sich mit Wimpern bedeckt, so von Quatre-

fages[1]) für die Sabellarien, von Oscar Schmidt[2]) für Amphicora sabella, von Krohn[3]) für Sipunculus nudus von Claparède[4]) für eine Leucodora. Allein diese Angaben sind stets nur mit Zweifel aufgenommen worden.

Ich selbst[5]) habe die bestimmten Angaben Krohn's in Betreff des Sipunculus anders zu deuten gesucht. Alle diese Zweifel scheinen mir jetzt vollkommen unberechtigt. Zwar habe ich nicht direct beobachtet, dass die Hüllen der beiden beschriebenen Larven die ursprünglichen Eihüllen waren, und so wahrscheinlich dies ist, muss es doch erst nachgewiesen werden. Allein diese beiden Larven zeigen, in welcher Weise dicke Membranen von Cilien durchsetzt werden können. Auch ein anderer Einwand, den man sich machen konnte, der nämlich, dass die Eihaut nicht zum Embryo gehöre, dürfte nicht haltbar sein. Eihäute, welche vom Eileiter abgesondert werden, sind gewiss etwas dem Embryo Fremdes, allein solche, welche vom Ei aus sich bilden, gehören schon zum Embryo und sicher dann, wenn die Bildung der Eihaut erst nach der Befruchtung, wie z. B. bei den Nematoden und Acanthocephalen stattfindet.

Ich gehe nun zur Mittheilung der Beobachtungen Krohn's über. Die Larve mit der porösen total bewimperten Hülle fand Hr. Krohn zuerst zu Messina im Dezember 1853. Er verfolgte damals die Larve ungefähr bis zu dem Stadium, in welchem wir sie eben verlassen haben.

Im Jahre 1855 fand er dieselbe oder wenigstens eine sehr nahestehende in Madeira wieder, und gelang es dieselbe so weit zu verfolgen, dass sich die Gattung bestimmen liess. Wir hatten die Larve verlassen, nachdem sich 2 Paar Borstenbündel gebildet hatten. Krohn beobachtete nun, dass ein drittes Paar in derselben Weise entstand und gleichzeitig der Wim-

---

1) Annales d. sc. nat. Zool. 1847. p. 99.

2) Neue Beiträge z. Naturgesch. der Würmer. Jena 1848. S. 21.

3) Müller's Archiv, 1851. S. 373.

4) Beobachtungen über d. Anatomie u. Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere. Leipz. 1863.

5) Müller's Archiv, 1862. S. 62.

perbesatz am Hinterende stärker wurde, so dass er eine Art hinteren Wimperkranz bildete. Endlich verschwinden die Gruben, aus welchen die Borsten hervorragen und es treten wahre Fussstummel an ihre Stelle. Krohn hatte die Larven als unbewimperte Kugeln etwa am 10. December gefangen, wir werden nun die Stellen seines Tagebuchs unverändert mittheilen:

20. December. An dem langgestreckten Leibe ist der Kopf nun deutlich abgesetzt und sind bereits 5 Segmente vorhanden, 4 mit Borstenbündeln versehen, wovon das vorderste Paar bereits das Rudiment eines oberen Cirrhus besitzt. Das letzte oder Aftersegment trägt die Anlage zweier Aftercirrhen. Der Wimpergürtel um dies Segment existirt noch immer, auch schwimmt das Thier lebhaft umher. Der Schlund tritt immer merklicher hervor.

24. December. An dem jetzt weniger scharf abgesetzten Kopfe sieht man jederseits zwei rothe Augen, von denen das später erschienene kleinere hinter und weiter über dem erstgebildeten, das sich vergrössert hat, liegt. Zwei dicke abgerundete Vorsprünge auf der oberen Kopfseite sind auf sich entwickelnde Fühler zu beziehen. Die vier stärker ausgebildeten Segmente besitzen nun, wie es scheint, sämmtlich die Cirrhen. Vor dem Aftersegment sieht man noch ein fünftes Segment in der Bildung begriffen. Man erkennt nämlich ein Paar der künftigen Borstenbündel dieses Segments im Innern des Leibes, welche nur aus zwei bis drei ganz kurzen Borsten bestehen. Der Wimperkranz am Hinterende scheint ganz verschwunden, auch schwimmt das Thier nicht mehr umher.

27. December. An dem einzigen übrig gebliebenen und der näheren Untersuchung wegen aufgeopferten Exemplar sah ich Folgendes: Auf dem Kopfe fünf rudimentäre Fühler, einer in der Mitte, ihm zur Seite die beiden anderen. Die kleineren farbigen Augen dicht hinter der Basis der oberen seitlichen Fühler. Das fünfte vor dem Aftersegment liegende Segment mit schon mehr ausgebildeten Borsten, obwohl die Fussstummel noch ganz zu fehlen scheinen. Der Wimperkranz am hinteren Leibesende ist noch nicht geschwunden. Im Schlunde ist nun ein deutlicher Kieferapparat entwickelt, der durch seine dun-

kelschwarze Färbung sogleich in's Auge fällt (s. Fig. 4 u. 5). Die Zeichnung giebt die Stücke, wie sie nach starkem Druck auseinander gelegt sind. Welches die natürliche Lage ist, liess sich nicht ermitteln. Die grossen Stücke *a a* sind die vorderen, auch glaube ich mich überzeugt zu haben, dass das Stück *d* das hinterste. Nach diesem Kieferapparate zu schliessen, gehört also die Annelide zur Familie der Euniceen und nach der Zahl der Fühler wahrscheinlich zur Gattung Eunice.

Soweit reichen die Beobachtungen der total bewimperten Larve. Wir haben nun Krohn's Beobachtungen über eine Larve mit facettirter Hülle mitzutheilen. Sie gehört zwar sicher einer anderen als der von mir beobachteten Species an, allein sie stehen sich doch sehr nahe. Leider fehlen die Abbildungen, doch ist die Beschreibung so genau, dass man sich leicht eine Vorstellung von ihrer Gestalt und deren Veränderungen machen kann.

Nizza, 13. December 1860. Eine Menge von Larven im Golf von Villafranca gefangen. Leib in die Länge gezogen, walzig mit abgerundeten Enden 0,5 Mm. Länge. Das Ganze besteht aus einer derben, ziemlich dicken transparenten Aussenhülle, welche eine weissgelbliche Leibessubstanz einschliesst, so aber, dass ein Raum zwischen beiden übrig bleibt. Die Oberfläche der Hülle sieht wie facettirt aus. Ungefähr an der Grenze des vordersten Viertels erhebt sich die Hülle in vier symmetrische kurze, in einer abgerundeten Spitze endigende Hügel. Gleiche, aber schwächer entwickelte Hügel finden sich, wie es scheint, noch dicht vor dem Hinterende. Ausserdem ist die Hülle von vier Reihen kreisförmig angeordneter ansehnlicher, theils rundlicher, theils ovaler Oeffnungen durchbrochen. Der vorderste Löcherkreis — aus wenigen Oeffnungen bestehend — scheint dicht vor den vier vordersten Hügeln zu liegen. Der zweite in einer Ebene mit denselben, der dritte scheint etwa die Mitte der Leibeshülle einzunehmen, der vierte in einer Ebene mit den hintersten Hügeln. An dem eigentlichen Leibe unterscheidet man zunächst den künftigen Kopf von halb sphärischer Form, der am Scheitel in einen dünnen cylindrischen, durch das Centrum des Vorderendes der Hülle

bis zur Oberfläche des letzteren dringenden Fortsatz ausgezogen ist. Letzterer trägt einen Schopf oder Büschel nach aussen vorragender, ziemlich langer, starrer, gerader Wimpern. Vor der hinteren Grenze des Kopfrudimentes, die mit der Gegend der vorderen vier Hügel zusammenfällt, erblickt man jederseits ein kleines, rothes mit einer Linse versehenes Auge. Jeder der vorderen vier Hügel trägt auf seiner die Haut durchbohrenden Spitze ein Büschel beweglicher Wimpern, so dass also ein, wenn auch unterbrochener, vorderer Wimperkranz vorhanden ist. Ebenso bilden die hinteren Hügel einen hinteren Wimperkranz. Hinter dem vorderen Wimperkranz bemerkt man jederseits ein Bündel ziemlich weit über die Aussenfläche vorragender nadelförmiger Borsten. Das hintere Leibesende ist wiederum in eine ganze kurze, durch die Aussenhülle dringende Spitze — die wahrscheinliche Anlage des Afters — ausgezogen. Die Leibessubstanz ist ganz mit Dotterkörnern gefüllt.

14. December. Der Leib hat sich stärker in die Länge gestreckt und füllt die ganze Leibeshülle aus. Im Innern sieht man schon die Anlage des Nahrungsschlauches, dessen vorderer weiterer Theil erscheint gleich hinter den vier vorderen Wimperbüscheln, nach hinten verengert er sich. Das Thier bewegt sich ziemlich rasch ohne Rotation um die Axe. Die Borstenbüschel sind um vieles länger, jede Borste ist mit nach hinten gerichteten kurzen Dornen besetzt. Die Borsten werden zu Zeiten auseinander gespreizt. An den Aussenhüllen, welche die Facetten noch zeigen, kann man die Löcher nur noch im vordersten Kreise wahrnehmen, während sie an den übrigen wegen der glatt anliegenden Leibeshülle unkenntlich sind. Auch der Fortsatz der Leibessubstanz nach dem Hinterende hat sich verwischt.

17. December. Die Hülle ist nun viel dünner geworden und liegt ganz knapp dem Leibe auf. Die Gliederung, an der natürlich auch die Hautdecke Antheil nimmt, ist nun deutlich ausgeprägt. Man zählt vom Kopfe an 8—9 Segmente. Am Kopfe unterscheidet man jetzt das neugebildete kleinere oder obere Augenpaar recht deutlich. Der vorderste Wimperkranz, der gestern aus isolirten Cilienreihen bestand, zeigt nun keine

der Lücken mehr, indem sämmtliche ihn zusammensetzende Wimperhaare sich continuirlich neben einander gereihet haben. Eben so verhält es sich auch mit dem hintersten Kranze. Alle Leibesfortsätze, die den einzelnen Cilienkämmen entsprachen, sind verschwunden, eben so der Cilienschopf an der Spitze des Kopfes. Letzterer ist nun vorn abgerundet. Hinter dem vordersten Cilienkranze bemerkt man auf der Rückseite 2 rundliche Fortsätze, einen jederseits. Die Zahl der mit Borsten versehenen Segmente beläuft sich nun auf 5—6. Das mit den langen gezähnten Borsten versehene Segment scheint gleich auf den Kopf zu folgen. Das darauf folgende Segment besitzt eine ebenfalls ansehnliche Borste neben einer verhältnissmässig noch feineren und kürzeren. So verhält es sich auch mit den dahinter gelegenen Segmenten, mit Ausnahme des 5. oder 6., das nur eine kurze, feine Borste trägt. Die übrigen Segmente noch borstenlos. An den längeren nadelförmigen Borsten der erwähnten Segmente konnte ich keine Dörnchen wahrnehmen, doch ist die Entscheidung schwierig.

18. December. Die Zahl der Segmente, wie es scheint, grösser. Die Zahl der Borsten vermehrt. Es scheinen an der Bauchseite Cirrhen, in Form kurzer abgerundeter Vorsprünge entwickelt. Zu den Seiten der Segmente sieht man jetzt Büschel schwingender Cilien.

19. December. Die neuen Segmente haben sich nicht etwa zwischen dem letzten und vorletzten gebildet, sondern zwischen den vordersten mit den langen gezähnelten Borsten versehenen, und dem in früheren Stadien zunächst darauf folgenden Segment, das wie die auf dasselbe folgenden 4—5 bereits die Ansätze zu Borsten gezeigt hatte. Diese neugebildeten Segmente sind es nun, deren Seiten mit einem Büschel schwingender Cilien versehen. Daher die Larven bei dem Vorhandensein der beiden Wimperkränze und mit Beihülfe der seitlichen Cilienbüschel ziemlich rasch sich bewegen müssen.

20. December. Die beiden Fortsätze auf der Rückseite des Kopfes, etwas über und hinter den Augen, haben sich stärker ausgebildet, indem sie höher erscheinen. Wahrscheinlich haben sie die Bedeutung der Fühler. Die Cirrhen, die ich früher (a,

18. December) auf der Bauchseite zu sehen glaubte, finden sich mehr gegen den Rücken, über den Borstenbüscheln, sind also Rückencirrhen.

21. December. Das Thier erscheint schlanker, reichlicher gegliedert. Die Cirrhen sind in der That Dorsalcirrhen, dicht über den nicht deutlich ausgesprochenen Borstenstummeln angebracht. Sie haben eine etwas angeschwollene Basis und scheinen fast allen Segmenten zuzukommen. Die Borsten des vorderen Segmentes sind noch immer zugegen und zwar ungefähr von der Länge des Körpers. Alle Segmente, mit Ausnahme des letzten, also auch die später nachgebildeten, sind mit Borsten versehen, welche an den neugebildeten natürlich kürzer. Das obere Augenpaar scheint dieselbe Grösse wie das untere, zuerst erschienene, zu haben. —

29. December. Man zählt nun 9 mit Borstenhöckern versehene Leibessegmente. Dahinter folgt noch ein kurzer, kaum merklich gegliederter (etwa 3 Segmente andeutender) Abschnitt, und zuletzt das scharf abgesetzte Aftersegment. An den Borstenhöckern, vielleicht mit Ausnahme des vordersten, mit den gezähnelten langen Borsten versehenen Paares, unterscheidet man sowohl den Dorsal- als auch den Ventralcirrhus. Die Borsten sind verhältnissmässig kurz, fein und gekrümmt. Der Darm ist nun in deutliche, den Segmenten entsprechende Kammern abgetheilt. An einzelnen Segmenten wenigstens unterscheidet man noch immer die früher erwähnten seitlichen Cilienbüschel, doch scheint die Bewegung des Wurmes hauptsächlich auf ein Kriechen sich zu beschränken. Mitten am hinteren Rande des Aftersegmentes ein heller Zapfen mit zweigetheilter Spitze. Die beiden hinter den Augen und vor den langen Borstenbündeln gelagerten Fühler grösser, aber verhältnissmässig immer noch sehr mächtig.

Wie Hr. Krohn selbst bemerkt, sind die langen mit Dornen versehenen Borsten wahrscheinlich hinfällig. Die Species oder Gattung dieser Larve konnte er nicht mit Sicherheit bestimmen. Verschiedene Umstände weisen jedoch darauf hin, dass sie zu den Syllideen gehört. Bei kleinen zu dieser Fa-

milie gehörigen Anneliden hat er Eier mit ähnlichen Facetten bemerkt, auch würde die Gestalt der Borsten mit den in dieser Familie vorkommenden wohl stimmen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Larve mit feinen Porenkanälen. Vergr. 93.

Fig. 2. Dieselbe weiter fortgeschritten, 2 Borstenbündel entwikkelt. Vergr. 93. Fig. 2 *a* eine der gegliederten Borsten stärker vergrössert.

Fig. 3. Eunicelarve mit 3 Borstenbündeln und Darmkanal.

Fig. 4. Eunice, *a* mittlerer Fühler, *b*, *c* seitliche Fühler, *d* Schlund, *e* Aftercirrhen.

Fig. 5. Schlundbewaffnung der Eunice.

Eig. 6. Larve mit facettirter Hülle. Vergr. 93.

Fig. 7. Die facettirte Hülle, isolirt, zeigt die Löcher für den vorderen Wimperkranz.

Fig. 8. Dieselbe Larve in weiter entwickeltem Stadium.

Figg. 3, 4, 5 von Krohn, die anderen von Schneider.

Zur Kenntniss des Baues der Radiolarien.

Von

Anton Schneider.

Die Centralkapsel einer Thalassicolla nucleata lässt sich aus der umgebenden Sarkodemasse rein herausschälen. Bewahrt man eine solche freie Kapsel in Seewasser auf, so findet man bereits nach 12 Stunden von der ganzen Oberfläche zarte Pseudopodien ausstrahlen. Im weiteren Verlauf bildet sich wieder eine dichte Lage von Sarkode um die Centralkapsel, es treten die Alveolen daran auf und endlich finden sich sogar die gelben Zellen wieder ein. Kurz, aus der freien Centralkapsel bildet sich wieder eine vollständige Th. nucleata. Dieses Experiment gelingt nicht nur jedesmal an einem frischen Exemplar, es lässt sich auch an demselben Exemplar wiederholen; es ist mir z. B. an einem Exemplar 3 Mal gelungen. Ein Exemplar, welches längere Zeit aufbewahrt war, schien abgestorben, indem die Sarkode die bekannte feste mit Schmutz bedeckte Gallerte bildete. Bei schwacher Berührung trat die Centralkapsel fast von selbst heraus und bildete sich wieder zu einer Thalassicolla um. Dieses einfache Experiment giebt uns, wie mir scheint, eine richtigere Ansicht über den Bau der Radiolarien, als man bisher besass. Häckel in seinem Radiolarienwerke spricht[1]) sich über das Verhältniss der Centralkapsel zu den Weichtheilen so aus: „Der Weichkörper lässt sich . . . natürlich in zwei Theile zerlegen, in die Centralkapsel

---

1) Die Radiolarien, eine Monographie. S. 68, 69, 70, 71 u. 89.

. . . und in den extracapsulären Weichkörper . . . Diese beiden Theile sind nur locker verbunden und entsprechen zwei natürlichen anatomischen Einheiten . . . Die Membran der Centralkapsel, die derbe Haut, welche deren Inhalt allseitig gegen die umhüllende Matrix der Pseudopodien abschliesst, verhindert die directe Communication des Kapselinhaltes mit der Aussenwelt, wenigstens mittels deutlich als solche erkennbarer grösserer Oeffnungen . . . Am dicksten wird die Kapselmembran bei mehreren Thalassicolliden, so namentlich Thalassicolla pelagica und nucleata, wo sie 0,003 Mm. dick und auf dem Querschnitt (auf Falten) sehr dicht von feinen parallelen Strichen durchsetzt erscheint. Diese sind wahrscheinlich auf feine Porenkanäle zu beziehen. . . . Die Sarkode . . . umhüllt als eine zusammenhängende ununterbrochene verschieden dicke Schleimschicht, Mutterboden oder Matrix, die ganze Centralkapsel aller Radiolarien und strahlt von derselben nach allen Seiten aus in Gestalt feiner . . . Fäden, der Scheinfüsschen oder Pseudopodien.“ In diesen Worten sind, wie mir scheint, Häckel's Ansichten über den Bau der Radiolarien im Wesentlichen enthalten. Man wird beim einfachen Durchlesen leicht finden, dass sie nach diesem Experiment nicht mehr haltbar sind. Denn es wird dadurch bewiesen, dass die intracapsuläre Masse durch die Porenkanäle der Kapsel heraustritt. Will man sich des Ausdrucks Mutterboden bedienen, so kann man den intracapsulären Theil mit mehr Recht als solchen bezeichnen. Die Matrix Häckel's ist nur eine besondere Form der aus dem Innern hervorgetretenen Sarkode.

Die Alveolen scheinen mir ebenfalls nur eine solche besondere Form der Sarkode zu sein. Ich habe sie wenigstens oft mit den Strängen in ununterbrochenem Zusammenhang gesehen.

Betrachtet man die Centralkapsel der Radiolarien als analog der Schale der Foraminiferen, so würde sich zwischen den Rhizopoda radiolaria und polythalamia eine noch engere Verwandtschaft als die bisher bekannte herausstellen. Unterschiede sind jedoch immer noch zahlreiche vorhanden.

Die Membran der Centralkapsel der Sphärozoen ist so dünn, dass man ihre Porenkanäle nur undeutlich sehen kann.

Wie die Thallassicolla nucleata, ist auch Collozoum inerme, welches ich vielfach beobachtete, keineswegs zart und vergänglich. Bei kühler Temperatur und täglich mehrmaligem Wechsel des Seewassers ist es mir gelungen, dasselbe 5—6 Tage lang gesund zu erhalten. Es lassen sich auch daran verschiedene Versuche anstellen. Theilt man eine Kolonie, so arrondiren sich die Stücke wieder vollständig und leben weiter. Zwei Kolonien, die man an einander legt, fliessen bereits nach etwa 12 Stunden vollständig zusammen, ohne dass man an den Umrissen der neuen Kolonie und der Lagerung der Einzelthiere den Ursprung aus zweien erkennen kann.

Ich versuchte auch, wie zwei Exemplare der Thalassicola nucleata sich bei naher Berührung verhalten würden. Sie legten sich zwar auch an einander und die Weichtheile schienen zu verschmelzen, die Gestalt blieb aber beharrlich die zweier sich berührender Kugeln.

Aus dem oben angeführten Versuche geht auch hervor, dass die gallertige Beschaffenheit der extracapsulären Sarkode keineswegs das Absterben des ganzen Thieres anzeigt.

Die Lymphwege des Dünndarmes bei der Quappe.

Von

Nicolaus Melnikow.

(Hierzu Taf. XIV.)

Die Thatsachen, die ich in dieser Abhandlung mitzutheilen habe, sind durch die Untersuchung der mittels des Einstichverfahrens hergestellten Injectionspräparate erlangt worden. Obgleich die Controlversuche, die Anfüllung der Darmlymphbahnen durch die abführenden Gefässe, mir bis jetzt noch keine ganz befriedigenden Präparate gaben, so entschloss ich mich dessen ungeachtet doch, diese Thatsachen zu publiciren, da sie allerdings unzweifelhaft sind, weil die Arterien, so wie auch die Venen jedesmal mit verschieden gefärbten Flüssigkeiten injicirt und die Masse zur Injection der Lymphbahnen so lange unter möglichst constantem Quecksilberdruck in den Einstich gespritzt wurde, bis sich die Mesenteriallymphgefässe ganz strotzend füllten.

Als Injectionsmassen brauchte ich mit Glycerin gemischten schwefelsauren Baryt, Karmin und lösliches Berlinerblau.

Die Arterien wurden immer durch die Coeliaco-mesenterica, die Venen durch den Portastamm gefüllt; der Stich der Serosa wurde in der Gegend der Kreisklappe, die den Dünn- von dem Dickdarm bei der Quappe scheidet, angebracht und die Injection in der Stromrichtung der Lymphgefässe ausgeführt.

Zur Erhärtung der injicirten Organe benutzte ich Alkohol in steigender Concentration.

Die Schnitte wurden in Canadabalsam oder in etwas angesäuertem Glycerin eingeschlossen.

Ein etwas sorgfältiger Blick auf den mit drei verschieden gefärbten Massen injicirten Darm zeigt dem blossen Auge, dass die Lymphgefässe der Serosa bei der Quappe, wie es schon Fohmann für einige Fische hervorgehoben hat, die Blutgefässe begleiten. Durch die Untersuchung solcher Därme mittels der Lupe kommt man zur Erkenntniss der genaueren Verhältnisse der Lymphbahnen zu den Blutgefässen. Jeder Arterienstamm wird von einem Paar Lymphstämmen begleitet, die durch eine Reihe von Anastomosen, welche auf der Arterie liegen, verbunden sind, und zuweilen so nahe aneinander rücken, dass die Arterie fast scheidenförmig von ihnen umgeben wird, also ähnlich dem Verhältnisse, wie es z. B. Stannius beim Stör und bei den Rochen beobachtete. Die Serosavenen folgen bald dem einen, bald dem anderen der paarigen Lymphgefässe, oder es kommt auch vor, dass die Vene das eine eine Strecke weit begleitet, dann sich um dasselbe und um die Arterie umbiegt und endlich an der Seite des anderen paarigen Lymphgefässes verläuft.

In der Muscularis intestini haben die Lymphbahnen ganz dasselbe Verhalten zu den Blutgefässen, wie in der Serosa.

Was zuletzt das Chylussystem der Schleimhaut anbetrifft, so ist vorläufig zu bemerken, dass der allgemeine Plan der Verbreitungsweise derselbe ist, wie bei den Säugethieren. Die kammartigen Auswüchse der Dünndarmschleimhaut beherbergen ähnlich wie die Zotten der Säuger, die blinden Endungen der Chylusbahnen. Unter den Basen dieser Auswüchse bilden die ausgetretenen Chyluskanäle, ähnlich wie unter den Basen der Darmzotten bei einigen Säugethieren, ein horizontal ausgebreitetes Netz um die Drüsen herum. Von diesem Netze aus treten, ebenfalls wie bei den Säugern, recht starke Bahnen mehr oder weniger senkrecht gegen die Submucosa hin, um sich in das hier befindliche höchst dichte Netzwerk der Chylusgefässe einzusenken.

Einen solchen allgemeinen Begriff über das Chylussystem der Darmschleimhaut der Quappe verschafft sich der Leser aus

Figur 2 und 3 der beigelegten Abbildungen, welche longitudinal-verticale Schnitte vorstellen.

Die umständliche Untersuchung des Darmlymphsystems der Lote wie auf vertikalen, so auch auf horizontalen Schnitten setzt mich in den Stand, eine ausführlichere Beschreibung hinzuzufügen.

Die Chylusbahnen der Schleimhautauswüchse, umstrickt von dem in den letzteren ausgebreiteten Capillarnetze, erreichen niemals die Oberfläche dieser Auswüchse; stets bleibt das blinde Ende dieser Bahnen weit von jener entfernt. Bald findet sich nur eine einfache, meistens die Axe des Auswuchses durchziehende Chylusbahn, zuweilen kommen auch zwei Längsstämme vor; häufiger aber bemerkt man, dass die einfache Chylusbahn vor ihrer Endung einen Seitenzweig abgiebt, der ebenfalls blind endigt. Die blinde Endung ist gewöhnlich abgerundet und zuweilen leicht kolbig angeschwollen.

Das Netz, welches die aus den Schleimhautauswüchsen herausgetretenen Chylusbahnen unter deren Basen bilden, besteht aus rundlichen oder eckigen, ziemlich engen Maschen, die nie mehr als 5 Drüsen umschlingen. Aus diesem Netze verlaufen die Chylusbahnen, wie schon angezeigt, mehr oder weniger senkrecht zu der Submucosa, gewöhnlich die Hauptstämme der Blutgefässe bald einfach, bald sogar paarig begleitend. Solche paarig verlaufende Lymphbahnen fliessen noch in der eigentlichen Mucosa zusammen, oder gehen, unter sich anastomosirend, bis zur Grenze zwischen der Schleimhaut und Submucosa hin. Ausser solchen Anastomosen sind noch diejenigen des Chylussystems der Darmschleimhaut zu erwähnen, welche die Chylusstämme der benachbarten Auswüchse verbinden und um die Drüsen quadratische oder polyedrische, aber stets weite Maschen bilden.

Das untere, horizontale, in der Submucosa gelegene Netz der Lymphwege wird von Chylusgefässen gebildet, deren Durchmesser zuweilen nur etwas kleiner scheint, als der der hier verlaufenden Venen. Die Maschen dieses Netzes sind ihrer Breite und Form nach sehr verschieden. Bald kommen sie fast ganz rund, bald etwas in die Länge ausgedehnt oder auch

stumpfeckig vor. Sie sind zwischen den Blutgefässstämmen oder deren Hauptästen gelegen, oder umschlingen dieselben und verbreiten sich in der ganzen Dicke der Subcumosa, so dass die alleroberflächlichsten unmittelbar die Acini der Darmdrüsen berühren.

Nachdem ich nun diese Thatsachen über die Verbreitungsweise der Lymphbahnen in den Darmhäuten der Quappe und deren Verhältnisse zu den Blutgefässen auseinander gesetzt, bleibt mir noch die eigentliche Natur der Chylusbahnen der Schleimhaut zu bestimmen, und die Wege, welche der Chylus in dem Schleimhautparenchym zu durchgehen hat, zur Anschauung zu bringen.

Ob die Chylusbahnen der Schleimhaut der Lota mit einer specifischen Gefässwand versehen, oder durch das membranös verdichtete Bindegewebe der Nachbarschaft begrenzt sind, konnte ich bis jetzt noch nicht sicher entscheiden.

Bezüglich der Anfänge der Chylusbahnen in der Schleimhaut habe ich auch noch keine positiven Thatsachen. Unerwähnt darf aber nicht bleiben, dass es mir gelang, die Masse zwischen die Bindegewebsbündel der Schleimhaut einzuspritzen [1]). Fig. 7 giebt den Querschnitt eines solchen Präparats. Die Zeichnung demonstrirt ein Netz von sehr feinen Räumen zwischen den Bündeln und dem Zusammenhang der Räume mit den ansehnlichen Chylusbahnen.

Die Regelmässigkeit der Maschen dieses Netzes, die bestimmt ausgesprochene Beziehung desselben zu den Chylusstämmen und die Beobachtung, dass auf den Längsschnitten anstatt der Maschen Streifen der Injectionsmasse zwischen den Bindegewebsbündeln vorkommen, machen mich geneigt, an die Existenz von freien Räumen zwischen den Bindegewebsbündeln der

---

1) Mit Vorbehalt einer eingehenden Auseinandersetzung der Structur der Dünndarmschleimhaut der Quappe muss ich hier kurz bemerken, dass die Dünndarmschleimhaut derselben keine Adenoide, sondern ein faseriges Bindegewebe ist.

Schleimhaut, gleich den von Tomsa[1]) in den Balken der Pferdemilz beobachteten, zu glauben.

Die angezeigten freien Räume können mit den Zottenparenchymgängen der Säuger (Basch) verglichen und als die ersten Chyluswege bezeichnet werden.

Kasan, 16./28. März 1867.

---

1) Die Lymphwege der Milz. Von Dr. Tomsa. (Sonder-Abdruck aus dem XLVIII. Bde. der Sitzungsb. d. k. k. Akad. der Wissensch. zu Wien.)

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Die Blut- und Lymphgefässverbreitungen der Serosa unter der Lupe abgebildet. Die Arterien sind roth, die Venen weiss und die Lymphgefässe blau gefärbt.

Fig. 2 und 3. Längsschnitte. Roth sind die Arterien, braun die Venen und blau die Lymphbahnen. *a* sind die Schleimhautauswüchse, *b* die Darmdrüsen.

Fig. 4. Ein Schleimhautauswuchs mit der Chylusbahn, die einen Seitenzweig abgiebt.

Fig. 5 stellt einen Flächenschnitt dar, der unmittelbar unter den Auswüchsen gemacht wurde. *a* Querschnitte der Darmdrüsen; *b* die netzförmig sich ausbreitenden Chyluskanäle.

Fig. 6. Das horizontale Netz der Lymphbahnen der Submucosa. Die Lymphwege sind blau, die Venen braun und die Arterien roth gefärbt.

Fig. 7. Ein Querschnitt unter der Linse Nr. 7 von Hartnack gezeichnet. Blau sind die Chyluswege, roth die Arterien und braun die Venen.

Fig. 8. Die blau injicirten freien Räume zwischen den Bündeln der Grundsubstanz der Schleimhaut.

Ueber den Haarwechsel.

Von

Dr. Ludwig Stieda,

Prosector und ausserordentlichem Professor in Dorpat.

(Hierzu Taf. XV.)

Die Haare des Menschen und der Säugethiere sind meist langgestreckte, cylindrische oder leicht abgeplattete fadenförmige Körper, welche nach oben zu spitz auslaufen, nach unten zu leicht verdickt sind. Mitunter haben die Haare auch die Form einer sehr langgestreckten Spindel, welche nach unten zu eine geringe Anschwellung besitzt. Bekanntlich wird die untere Anschwellung Haarwurzel, der übrige Theil Haarschaft genannt. Die Haare stecken mit ihrer Wurzel und einem Theil des Schaftes in einer röhrenförmigen Einstülpung oder Vertiefung der Cutis, dem Haarbalg, welcher von dem sich zugleich einsenkenden Rete Malpighii ausgekleidet ist. Diesen den Haarschaft umhüllenden Theil des Rete Malpighii bezeichne ich als Haarscheide.

Am Haarschaft kann man in der Regel unterscheiden: die Rindensubstanz, die Marksubstanz und das Oberhäutchen. Die Rindensubstanz (Fig. 10*e*) ist von sehr verschiedener Ausdehnung, bildet bisweilen ganz allein das Haar, oder umgiebt als schmale Hülle die Marksubstanz; sie erscheint entweder homogen oder streifig, dunkel punktirt oder gefärbt. Durch Behandlung mit Schwefelsäure lässt die Rindensubstanz sich zerlegen in bandartige, platte, zugespitzte Gebilde, welche mit-

unter im Centrum einen dunkeln Streifen zeigen und die verhornten Zellen der Rindensubstanz sind. Die dunkeln Streifen oder Flecken sind entweder körniges Pigment, oder der Rest von Kernen oder mit Licht gefüllte Hohlräume. Die Marksubstanz (Eig. 10*f*), welche von allen Seiten von der Rindensubstanz eingeschlossen wird, besteht aus deutlich erkennbaren Zellen von sehr mannigfacher Form, welche bei mikroskopischer Betrachtung viereckig, rundlich oder polygonal erscheinen. Die Zellen zeichnen sich dadurch aus, dass sowohl in ihnen als auch zwischen ihnen Luft in Bläschenform sich befindet. — Die Spitze der nicht geschnittenen Haare wird aus Rindensubstanz gebildet; die Marksubstanz kann auch ganz fehlen. Die Oberfläche der Rindensubstanz ist von einer einfachen Lage meist dachziegelartig einander deckender Zellen, dem Oberhäutchen, überzogen. Die Zellen sind stark abgeplattet und so übereinander gelagert, dass die freien Ränder derselben zur Spitze des Haares gerichtet sind.

Der am Boden des Haarbalgs befindliche unterste Abschnitt des Haares, die Wurzel, hat beim Menschen und bei Thieren keineswegs ein gleiches Aussehen und eine gleiche Zusammensetzung, sondern erscheint hauptsächlich in zwei Formen, welche ich mit Henle (Handbuch der Eingeweidelehre, Braunschweig 1866, p. 21) als hohle (offene) oder solide (geschlossene) Wurzeln bezeichne.

1) Der unterste angeschwollene Abschnitt des Haares ist hohl und umschliesst in dieser Höhlung die noch näher zu beschreibende Fortsetzung der Cutis, die Haarpapille.

2) Der unterste Abschnitt des Haares ist nur wenig dicker als der Schaft, ist solid und entweder nach unten zu spitz zulaufend, kegelförmig oder auch abgestumpft. Die Autoren, welche sich seither mit Untersuchung der Haare beschäftigt haben, haben dem auffallenden Unterschied dieser beiden Formen keineswegs die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt. Obgleich schon Gurlt 1836 und Kohlrausch auf diese beiden Formen hindeuteten, und Henle und Reissner dieselben von einander trennen lehrten, so findet sich in den geläufigen Handbüchern der Anatomie und der Histologie die richtige Auffas-

sung und Deutung der beiden genannten Formen nicht genügend berücksichtigt. Nur Henle hat in seiner neuesten „Eingeweidelehre" die beiden Formen scharf und sicher von einander geschieden. Es repräsentiren von diesen beiden Formen der Wurzel die hohle, früher von Henle und Reissner Haarknopf genannt, die Wurzel des noch im Wachsthum begriffenen Haares, die solide Form dagegen, früher Haarkolben von Henle und Reissner genannt, die Wurzel des zum Ausfallen bestimmten Haares, des „reifen" oder „abgestorbenen" Haares.

Zur Unterscheidung behalte ich die früher von Henle gebrauchten Bezeichnungen ihrer Kürze wegen bei, abgesehen davon, dass sie nicht ganz entsprechend sind.

Im Haarknopf (Fig. 1), der Wurzel des noch wachsenden Haares, verhalten sich nun die oben genannten Bestandtheile des Haarschaftes folgendermassen: Die homogene oder leicht streifig erscheinende Rindensubstanz (Fig. 1 *e*), lässt schon in dem Theil des Schaftes, welcher an den Haarknopf grenzt, durch allmälige Uebergangsformen einen zelligen Bau erkennen. Die Zellen sind anfangs noch etwas länglich, werden aber je näher dem Haarknopf, desto rundlicher, sind sehr reichlich mit Pigment versehen und unterscheiden sich nur dadurch von den rundlichen kernhaltigen Zellen des Haarknopfes selbst. Die Zellen des Oberhäutchens, welche als übereinandergelagerte Platten dem Schafte eng anlagen, verändern ihre Stellung allmälig, indem sie sich aufrichten und gleich cylindrischen Zellen senkrecht auf der äusseren Fläche des Schaftes stehen. Mehr nach unten zu gehen aber auch sie durch einige Uebergangsstufen in die rundlichen Zellen über. Was die Marksubstanz betrifft, so muss ich für gewisse Stadien im Wachsthum des Haares behaupten, dass auch ihre Zellen ebenfalls durch allmälige Uebergangsformen in rundliche, kernhaltige Zellen übergehen, so dass schliesslich Oberhäutchen, Rindensubstanz und Marksubstanz in eine Masse vereint sind, welche aus runden, gleichmässig kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 1 *g*). Die das Haar umgebenden Theile, der Haarbalg und die Haarscheide, verhalten sich nun bei dem eben beschriebenen Haarknopf an-

ders, als bei dem zu beschreibenden Haarkolben und, um nicht Zusammengehörendes von einander zu trennen, gehe ich sofort auf die vorhandenen Hüllen des Haares ein.

Der Haarbalg, von einzelnen Autoren auch Haarsack genannt, hat die Form einer langgestreckten, cylindrischen Röhre, deren Querschnitt dem entsprechend kreisförmig erscheint. Der Balg besteht aus fibrillärem, hie und da mit Kernen durchsetztem Bindegewebe, welches mit den Bündeln der lockeren Schicht der Cutis zusammenhängt. Gewöhnlich unterscheidet man, an stärkeren Haaren, 3 Schichten des Balges: eine äussere Lage (äussere Faserhaut Kölliker), in welcher die Bindegewebsfibrillen nebst Kernen longitudinal angeordnet sind, ferner eine aus circulär angeordneten Fibrillen bestehende Lage (innere Faserhaut Kölliker) und eine dicht unter dem Rete Malpighii befindliche homogene elastische Membran (Glashaut der Autoren), in deren Dicke feine, mit einander anastomosirende Fasern verlaufen. An den Bälgen kleinerer Haare des Menschen und der Thiere (z. B. Ratten, Mäuse u. s. w.), konnte ich die Wände nicht in derartige Schichten zerlegen, sondern vermochte nur eine bindegewebige Grundlage zu erkennen. Bei den Spürhaaren einzelner Säugethiere findet sich, wie man seit Leydig's Untersuchungen weiss, zwischen der Glashaut und der inneren Ringfaserschicht cavernöses Gewebe.

Vom Grunde des bindegewebigen Haarbalges erhebt sich ein directer Fortsatz der Cutis, die Haarpapille (Fig. 1*a*) von früheren Autoren als Haarkeim (Pulpa pili) bezeichnet. Sie schiebt sich in die am Haarknopf befindliche Höhle hinein, so dass Form der Höhle und Form der Papille einander völlig entsprechen. Die Gestalt dieser Erhebung der Cutis kann am besten mit einer Zwiebel verglichen werden und deshalb zwiebelförmig genannt werden, insofern als der Theil, mit welchem die Papille dem Grunde des Haarbalges anhängt, einen geringeren Durchmesser hat, als der darüber liegende Theil und ferner die Papille in eine, oft sehr lange Spitze nach oben zu ausläuft. — Dass eine Spitze bei den Haarpapillen existirt, davon habe ich vielfach bei den Haaren ganz verschiedener Thiere und auch des Menschen mich zu überzeugen Gelegenheit gehabt.

Freilich erscheint die Spitze nur bei einigen Haaren, z. B. den Spürhaaren, zu einem ziemlich bedeutenden Fortsatz verlängert, welcher sich eine Strecke weit in den Haarschaft hineinerstrecken kann. Hierauf haben schon Steinlin, Reissner, Leydig hingewiesen. Neuerdings hat Schrön (Ueber die Form der Haarpapille in der Haut der Säugethiere und des Menschen in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre IX. Bd. Giessen 1865 p. 363) diese spitze Endigung der Papille als eine besondere Entdeckung bekannt gemacht; es scheint, dass ihm die älteren Arbeiten darüber nicht zu Gebote gestanden haben. Einige Autoren, z. B. Kölliker, sträuben sich mit Unrecht gegen die Existenz eines Fortsatzes oder einer Spitze der Papille, weil sie eben keine gesehen haben; daher sprechen sie immer von runden oder abgerundeten oder warzenförmigen Papillen. Derartige Formen kenne ich ebenfalls, halte dieselben aber nicht für ursprünglich, sondern bin der Ansicht, dass dieselben schon eine rückschreitende Metamorphose der Papille anzeigen. Ich komme auf diesen Umstand später zurück. Das Gewebe der Papille ist ein sehr zartes, undeutlich fasriges, meist reichlich mit etwas länglich geformten Zellen durchsetztes Bindegewebe. Dass die Papille ein bindegewebiges Gebilde, ein wirklicher Fortsatz der Cutis sei, darüber kann nach den vorliegenden Thatsachen der Entwickelung derselben kein Zweifel sein. Dabei muss aber hervorgehoben werden, dass das Gewebe der vollkommen ausgebildeten Papille sich durch Reichthum an zelligen Gebilden von der fibrillären Bindesubstanz des Haarbalges deutlich unterscheidet und oft scharf am Haarbalg abgegrenzt ist. — Nur aus diesem Unterschiede im Bau zwischen Balg und Papille erklären sich die Angaben einiger Autoren, z. B. Moleschott's, nach welchem die Papille ein besonderer Aufsatz auf den Grund des Haarbalges und nicht bindegewebig sei (Moleschott und Chapuis, Ueber einige Punkte, betreffend den Bau des Haarbalges und der Haare der menschlichen Kopfhaut. Untersuchungen zur Naturlehre Bd. VII. Giessen 1860 p. 325). An vielen Papillen, namentlich denjenigen jüngerer Haare und sehr starker Haare, habe ich deutlich einen unmittelbaren Uebergang der Glashaut in den scharfen Contour, wel-

cher die Papille begrenzte, gesehen, so dass ich behaupten muss, es werde das Gewebe der Papille durch eine, wenngleich sehr zarte Grenzlamelle von den tiefsten Zellen des Rete Malpighii getrennt. Gewöhnlich liegen die Zellen der Haarwurzel so eng der Papille an, dass beide Theile, Haarwurzel und Papille, ein Ganzes zu bilden scheinen, wodurch auch die älteren Autoren verhindert wurden, eine Papille zu erkennen und deshalb von einem Haarkeim, Blastema pili, reden. In die Papille sieht man Blutgefässe sehr häufig eintreten und hier eine Schlinge bilden; Nervenfasern sah ich nur einige Mal bei Spürhaaren in die Papille sich hineinbegeben, von ihrer Endigung weiss ich Nichts zu berichten.

Wertheim (Ueber den Bau des Haarbalges beim Menschen; ferner über einige den Haarnachwuchs betreffende Punkte. — Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathem.-naturwissensch. Classe Bd. L. Wien 1865) hat berichtet, dass das untere Ende des Haarbalges einem sich stark verschmälernden Bindegewebsbündel angefügt sei. Wertheim nennt den unteren Theil des Haarbalges Haarkelch und das darunter hängende Bündel Haarstengel. Ich habe freilich auch ähnliche „Haarstengel“ bei Thieren und auch beim Menschen (Fig. 3, 5, 6, 9*k*) gesehen; es hat dieses Vorkommen meiner Ansicht nur sehr untergeordneten Werth und keineswegs die ihm von Wertheim zugelegte Bedeutung in Hinsicht auf das Wachsthum der neuen Haare.

Zwischen dem Haar und dem Haarbalg, also den in der Haut steckenden Theil des Haares umgebend, befindet sich das Rete Malpighii mit seinen Zellenlagern. Die einzelnen Lagen der Zellen sind durch gewisse Merkmale von einander unterschieden und erhielten deshalb den Namen der äusseren und inneren Haarscheide (Wurzelscheiden einiger Autoren). Henle scheidet die äussere von der inneren Haarscheide, indem er die erstere als Schleimschicht, die letztere als Hornschicht der Epidermis des Haarbalgs bezeichnet. — Die äussere Haarscheide (Fig. 1*b*), in ihrer Dicke sehr wechselnd, besteht aus deutlich kernhaltigen Zellen, welche in der äussersten Lage senkrecht auf der Glashaut des Haarbalges stehen

und Cylinderzellen ähnlich sehen; während die anderen Lagen aus runden Zellen zusammengesetzt sind. Zum Grunde des Haarbalgs hin werden die Zellenlager geringer, indem der unterste Abschnitt des Haarbalgs, durch die verbreiterte Haarwurzel fast vollständig ausgefüllt, der Haarscheide scheinbar keinen Raum lässt. Dabei gehen die Zellen der Haarscheide und der Haarwurzel in einander über. Die innere Haarscheide (Fig. 1*c*), welche gewöhnlich von 2—3 Zellenlagern gebildet wird, zeichnet sich vor Allem dadurch aus, dass die Zellen durchsichtig werden, keinen Kern mehr erkennen lassen, verhornen; dass sie zum Theil mit einander verschmelzen und auf diese Art kleine spaltförmige Lücken zwischen sich lassen. An zerzupften Haarscheiden erhält man so das Ansehen einer gefaserten Membran, an Querschnitten erkennt man aber mit grosser Deutlichkeit die Zellen und die Lücken dazwischen, so dass kein Grund vorliegt, ihre Existenz zu leugnen oder sie für Kunstproducte zu halten. In den obersten Abschnitten des Haarbalges sind die Zellen der inneren Scheide sehr mit einander verschmolzen, so dass auf Längsschnitten die Scheide als ein das Licht stark brechender, homogener Streifen auftritt. —

Die innerste Zellenlage der inneren Haarscheide, deren Zellen dicht an das Oberhäutchen des Haares stossen und in ähnlicher Weise wie letzteres glatt über einander liegen, werden unnöthiger Weise als Oberhäutchen der inneren Haarscheide beschrieben. Auch die Zellen der inneren Haarscheide gehen durch Uebergangsstufen in die rundlichen Zellen des Haarknopfes über (Fig. 1).

Nach dem Mitgetheilten gehen also die Zellen der äusseren und inneren Haarscheide, des Oberhäutchens, der Rindensubstanz und auch der Marksubstanz in eine gleichmässig aus runden kernhaltigen Zellen bestehende Masse über, welche den tiefsten Theil des Haarbalges einnimmt und die Haarpapille überzieht oder wenn man will, die letztere einschliesst. Es verdient diese Zellenanhäufung (Fig. 1*g*) gewiss den Namen des Keimlagers des Haares. — Da man die Epidermis in das Rete Malpighii oder die Schleimschicht und das Stratum corneum oder die Hornschicht theilt und da die innere Haar-

scheide und das Haar aus verhornten Zellen bestehen, die äussere Haarscheide aber die unmittelbare Fortsetzung der Schleimschicht ist, so dürfte dem Nichts im Wege stehen, zu sagen: „Das Keimlager des Haares ist der die Haarpapille überziehende Abschnitt der Schleimschicht.

Das in allen seinen Theilen vollkommen ausgebildete Haar wächst nun offenbar in der Weise fort, dass die indifferenten Zellen des Keimlagers sich den ihnen zunächst liegenden Zellen anschliessend in die differenten Theile des Haares umwandeln. Dieses Wachsthum wird so lange währen, als den Zellen des Keimlagers das zur Umwandlung nöthige Ernährungs-Material in hinreichender Menge zugeführt werden wird. Die Zufuhr geschieht ohne Zweifel durch Vermittelung der Papille und der darin enthaltenen Gefässe. Von der Existenz der Papille muss daher wesentlich das Wachsthum des Haares abhängig sein.

Soviel über das ausgebildete, aber noch wachsende Haar.

Die zweite Form der Haarwurzel nannte ich mit Henle die solide (geschlossene), oder, um einen älteren Henle'schen Ausdruck zu gebrauchen, Haarkolben.

Ich finde nun die Form des Haarkolbens, wie bereits kurz erwähnt, beim Menschen und den von mir untersuchten Thieren nicht ganz gleich. Der Haarkolben ist nach unten zugespitzt, kegelförmig beim Menschen (Fig. 5, 6) und beim Pferd (Figg. 2, 3, 4); wenig verbreitert und abgestumpft beim Rind, beim Hund, bei der Katze und den Nagern. — Beim Rennthiere (Figg. 7, 8, 9, 10) bewahrt der Haarkolben noch zum Theil die Form des Haarknopfes, indem er in dem abgestumpften Ende doch mitunter die Spur der Höhle des Knopfes erkennen lässt. — Die histologische Zusammensetzung des Haarkolbens anlangend, so besteht derselbe gewöhnlich nur aus Rindensubstanz, so dass die Marksubstanz erst weiter oben im Schaft zu finden ist, so z. B. beim Pferd, beim Rind, beim Menschen, beim Rennthier; mitunter reicht auch die Marksubstanz bis an das äusserste Ende des Haarkolbens, so beim Hund, bei der Ratte, der Maus und der Katze.

Der Haarkolben besitzt aber nicht das gleichmässige Aus-

sehen der Rindensubstanz, sondern ist in eigenthümliche Fasern zerlegt, welche vom Centrum des Kolbens nach allen Seiten auseinandergehen, so dass der Kolben ein zerfasertes, zerklüftetes Ansehn hat. Wertheim beschreibt Dieses als „besenartige Verbreiterung“. Reissner (Beiträge zur Kenntniss der Haare, Breslau 1854, p. 87) sagt: „Die Rindensubstanz des Haarkolbens besitzt ein eigenthümlich geschupptes — die Spitzen der Schuppen sind abwärts gewandt — Ansehen.“ Diese Fasern des Kolbens sind beim Pferde z. B. cylindrische Fäden, wie ein Querschnitt zur Genüge lehrt (Fig. 2*B*); es sind offenbar Aggregate der verhornten Zellen. — Doch ergeben sich noch eine Anzahl Unterschiede im Aussehen des Haarkolbens bei verschiedenen Thieren und beim Menschen. — Die „besenartige Verbreiterung“, das Auslaufen des Kolbens in eine Anzahl starrer nach unten und seitlich gerichteter Fortsätze finde ich nur beim Menschen und beim Pferde, beim Kalbe erschienen nicht sehr feine dünne Fortsätze, welche leicht gekräuselt und lockig sich ausnahmen; mitunter scheinen die Fortsätze ganz zu fehlen, z. B. bei den Nagern; beim Rennthiere sind nur seitlich kurze Fasern sichtbar, das untere Ende des Kolbens ist bis auf die kleine Vertiefung (Fig. 7, 8, 9, 10*p*) glatt, doch erscheint die Substanz des Kolbens vielfach zerklüftet.

Der Raum zwischen Haarkolben und Haarbalg ist ausgefüllt mit meist rundlichen kernhaltigen Zellen, welche hie und da Pigmentkörnchen enthalten. Die Dicke dieser Zellenmasse ist nicht bei allen Individuen gleich (Fig. 2*A*). Beim Menschen und Pferde war die Zellenmasse reichlicher als beim Rennthier (Fig. 7) und bei Nagern. Beim Rennthier besassen die den Kolben zunächst befindlichen Zellen eine etwas abgeplattete, sich dem abgerundeten Ende des Kolbens anschmiegende Form; bei den anderen Thieren und Menschen ragten die Fortsätze des Kolbens oft eine Strecke weit in die Zellenmasse hinein. Diese zwischen Haarbalg und Haarkolben befindliche Zellenanhäufung kann nur als äussere Haarscheide gedeutet werden, so fasst sie auch Reissner auf (p. 86 l. c.). Eine innere Haarscheide fehlt am Kolben gänzlich. Den letzten Rest der allmählich verschwindenden inneren Scheide finde ich meist nach oben am

Schaft. Der Haarbalg bietet im Allgemeinen hinsichtlich seines Aussehens und seines histologischen Baues nichts von dem früher Geschilderten Abweichendes, nur einen sehr wichtigen Bestandtheil des Balges des wachsenden Haares habe ich hier stets vermisst: nämlich die Haarpapille. Der Haarbalg ist auf Längsschnitten durch einen abgerundeten Contour begrenzt und umschliesst mehr weniger eng den Haarkolben.

In diesem Stadium des „reifen" oder „abgestorbenen" Haares ist der Haarbalg also eine einfach blindsackartige Vertiefung der Cutis, in welcher, umgeben von einigen Zellenlagen des Rete Malpighii, der Haarkolben steckt.

Zwischen dem oben geschilderten Stadium des noch wachsenden Haares, welches sich durch die hohle Wurzel (Haarknopf) charakterisirt, und dem Stadium des „reifen" Haares, welches durch die solide Wurzel (Haarkolben) ausgezeichnet ist, liegen natürlich eine grosse Menge von Zwischen- und Uebergangsstufen, welche das wachsende Haar durchlaufen muss, um schliesslich durch Verhornung aller betreffenden Zellen des Haarknopfes „abzusterben." Ich kann über diese Uebergangsstufen Nichts weiter melden, weil mir keine vollständige Reihe zu Gebote steht. Dessen ungeachtet glaube ich den Vorgang des „Reifwerdens" der Haare in folgender Weise auffassen zu müssen. Nachdem das in allen seinen Theilen vollständig gebildete Haar nach einem gewissen Zeitraum das Maximum seines Längenwachsthums erreicht hat, fängt die Haarpapille an zu schwinden, atrophisch zu werden. Wodurch diese Atrophie der Papille eingeleitet wird, was für Ernährungsstörungen hier statthaben, ob Gefäss- oder Nerveneinflüsse mitwirken, muss dahingestellt bleiben. Es muss jetzt genügen, festgestellt zu haben, dass beim Memschen in ganz unregelmässiger Weise, bei Thieren im bestimmten periodischen Wechel ein allmählicher Schwund der Papille eintritt und dadurch das Haar in seinem Wachsthum gestört wird. Ich halte die beginnende Atrophie der Haarpapille für die erste Andeutung des Absterbens des Haares, oder vielleicht besser gesagt, für ein Zeichen, dass das Längenwachsthum aufhört. Ich bin der Ansicht, dass manche jener, die Spitze der Papille leugnenden Autoren gewiss Pa-

pillen vor sich gehabt haben, deren Spitzen schon atrophirt waren. Wie sich die atrophirte Papille zur Marksubstanz verhält, darüber weiss ich keine Beobachtung anzuführen. — Mit dem allmählich statthabenden Atrophiren der Papille hört in Folge der dadurch sistirenden Zufuhr an Ernährungsmaterial die weitere Zellenproduction im Keimlager des Haares auf oder wird wenigstens beschränkt; das Haar erhält keinen Zuwachs an Zellen mehr, vielmehr unterliegen fast alle Zellen des Keimlagers bis auf einen geringen Rest dem Verhornungsprocess, dessen Endresultat die Bildung des Haarkolbens ist. An dem Orte, wo früher die Haarpapille und das Keimlager sich befanden, sind jetzt nur der Haarkolben und wenige ihn umgebende Zellenlagen sichtbar (Fig. 2 *A*, Fig. 7). — Mit Rücksicht auf die später zu erörternde Ansicht anderer Autoren hebe ich hervor, dass ich eine Fortexistenz der alten Haarpapille beim Absterben des dazu gehörigen Haares nicht beobachtet habe, dass ich eine Ablösung des alten Haares von der am Grunde des Haarbalges zurückgebliebenen alten Papille oder ein Hinaufschieben des Haares durch stärkere Zellenwucherung im Keimlager des Haares in Abrede stellen muss.

Ist es als bekannte Thatsache anzusehen, dass die meisten Thiere einen periodischen Haarwechsel haben, dass auch beim Menschen alte Haare ausfallen und neue sich bilden, so ist die Frage zu beantworten, woher nehmen die neuen Haare ihren Ursprung?

Es führt dieses auf die beim Haarwechsel stattfindenden Vorgänge. Meine eigenen Untersuchungen und Beobachtungen haben mich nun zu einer Anschauung dieses Vorganges geführt, welche ich hier wiedergebe, um dann erst später auf Grund dieser Ansichten die Mittheilungen der anderen Autoren einer Erörterung zu unterziehen.

Ich habe das Aussehen der Wurzel des „reifen“ Haares geschildert als eines soliden aus Rindensubstanz bestehenden Kolbens, welcher umgeben von dem Rete Malpighii oder der äusseren Haarscheide im blindsackförmigen Haarbalg steckt. Von der am Boden des Haarbalges zwischen Haarkolben und Haarbalg befindlichen Zellenanhäufung, welche man als Rest

des früheren Keimlagers ansehen kann, geht die Bildung des neuen oder jungen Haares aus.

Obgleich bei den von mir untersuchten Objecten (Mensch, Pferd, Rennthier u. s. w.) die Bildung des neuen Haares nicht überall in ganz gleicher Weise erfolgt, so sind die im Einzelnen sich darbietenden Abweichungen von einem sich überall kennzeichnenden Typus nur von unbedeutendem oder untergeordnetem Werth. Vielleicht, dass die Ausdehnung derartiger Untersuchungen über grössere Gruppen von Thieren, als sie mich beschäftigten, hier bestimmte Modificationen des inneren Typus zu Tage fördert.

Am deutlichsten vermochte ich die Entwickelung des neuen Haares zu verfolgen beim Rennthier.

Es beginnt am Boden des Haarbalges vom Reste des früheren Keimlagers — aus welchem Antriebe ist unbekannt — eine Zellenwucherung (Fig. 8 *o*), welche sich wie ein Fortsatz in die Cutis hineinschiebt, einen Theil des Haarbalges vor sich hertreibend. In diese, aus stark pigmentirten Zellen bestehende Masse rückt nun von aussen her die Cutis hinein, gleichsam die Zellenmasse umstülpend. So erscheint die erste Anlage des neuen Haares als ein rundlicher, heller Körper, welcher an der einen Seite mit pigmentirten Zellen bedeckt ist und mittelst eines ebenso beschaffenen Stieles an der äusseren Haarscheide des Haares hängt (Fig. 9).

Der rundliche oder halbkugelige, aus Zellen zusammengesetzte Abschnitt der Cutis wird zur Papille des neuen Haares, der Pigmentüberzug dieses Abschnittes ist die Anlage des Haares und seiner Scheiden. Allmählich differenzirt sich der Zellenhaufen und lässt eine äussere deutlich aus Zellen bestehende helle Schicht und einen centralen stark pigmentirten Theil erkennen. Dieser ist nach oben zugespitzt und wird zum Haar, während die wurzelnde helle Schicht zur Scheide wird. Während nun einerseits die Anfangs halbkugelige Cutispapille sich allmählig zur kegelförmigen, zugespitzten Haarpapille umbildet und dabei in die centrale pigmentirte Anlage hineinwächst, scheidet sich in der umhüllenden Zellenmasse eine innere Abtheilung von Zellen, welche durchsichtig und der Länge nach

geordnet sind, von einer äusseren Abtheilung, in welcher die Zellen durch ihre Anordnung eine leichte Querstreifung erzeugen. Die erste wird zur inneren, die zweite zur äusseren Haarscheide (Fig. 10). Die weitere Entwickelung des Haares kann ich hier übergehen, insofern ich nichts Neues hervorzuheben vermag; sie geschieht in derselben Weise, wie die erste Bildung der Haare beim Embryo. Ich kann hierbei auf die Untersuchungen Reissner's und Kölliker's hinweisen.

In ganz ähnlicher Weise, wie beim Rennthier, bildet sich das neue Haar beim Rind und beim Kalb, ferner bei Nagern (Mäuse und Ratten), doch sind wegen der Kleinheit der Haare bei letzteren die Vorgänge hier schwieriger zu verfolgen. Doch deuten die kleinen stark pigmentirten Anhänge, welche ich seitlich oder unten an jedem Haarbalg sitzen sah, welche sich wie der abgeschnürte Grund des Haarbalgs ausnahmen, auf eine gleiche Entwickelungsweise.

Beim Menschen und bei einigen Thieren z. B. dem Pferd, welches keinen periodischen Haarwechsel besitzt, geschieht die erste Anlage des Haares in etwas anderer Weise. Es scheint hier die Wucherung der Zellen im Keimlager nicht ganz aufzuhören, trotzdem dass die alte Papille atrophirt ist, der Haarkolben gebildet und das Haar also seine Reife erhalten hat. Ich finde wenigstens (Fig. 2*A*) beim Pferd und auch beim Menschen den Haarkolben mit reichlichen Zellenmassen umlagert. Diese Zellenproduction bildet nun einen oft beträchtlichen Fortsatz aus, der nur um wenig schmäler als der Haarbalg schräg vom letzteren in die Cutis hineingerichtet ist (Fig. 3, 5, 6). So erscheint dieser Sprossen wie eine directe Fortsetzung des Haarbalges, da auch die bindegewebigen Hüllen, welche den Balg bilden, die Zellenproliferation überkleiden. In diesen Fortsatz ragt nun hinein die Cutis in Form eines halbkugeligen Hügels — die erste Anlage der neuen Papille. Das Gewebe dieser neuen Papille unterscheidet sich von dem übrigen Bindegewebe der Umgebung deutlich durch die Form der Zellen, welche rundlich sind und grösser, als die schmäleren, langgestreckten, aber kleinen zelligen Gebilde der Bindegewebsstränge (Fig. 6). An injicirten Präparaten aus der Haut des

Menschen sah ich deutliche Gefässe an der neugebildeten Papille. Derartige Entwickelungsstadien, wie sie Fig. 3, 5 und 6 darstellen, können freilich bei oberflächlicher Betrachtung den Verdacht erwecken, als ob noch immer der alte Haarbalg mit seiner alten Papille vorliege, aber nur das Haar von der Papille entfernt und abgerückt sei; bei genauerer Prüfung erkennt man aber, dass das Verhalten ein derartiges ist, wie ich es oben geschildert habe. Der Balg des alten Haares hat an seinem Grunde denselben Durchmesser wie oben, hier findet sich nach unten zu eine deutliche Verschmälerung, welche dem eben genannten Fortsatz angehört; dort ist die Papille spitz und zwiebelförmig, hier halbkugelig. Es kann meiner Ansicht nach keinem Zweifel unterliegen, dass es sich hier nicht um die alte Papille handelt, sondern um eine neue in einem Fortsatz des Keimlagers.

Ueber die weitere Entwickelung habe ich Nichts hinzuzufügen.

Indem das junge Haar sich nun in allen seinen Theilen nebst Papille und Haarscheide vollständig ausbildet, kommt es sehr bald neben das alte Haar zu liegen, wächst also neben dem alten Haare, mit ihm in eine und dieselbe äussere Haarscheide eingeschlossen, zum Haarbalg hervor. Schliesslich kann man so zwei Haare neben einander in einem Balge treffen: ein reifes und ein noch wachsendes. Dass das neugebildete Haar das alte vor sich hertreibe und auf diese Weise das Ablösen des alten Haares von dem Balg bewirke, dafür habe ich aus meinen Präparaten keinen Anhaltepunkt gewonnen. Ich meine, dass — abgesehen von der Lockerung des alten Haares durch das neben ihm befindliche neue, — die Entfernung des alten Haares wesentlich durch äussere mechanische Einflüsse herbeigeführt wird, beim Menschen z. B. durch Bürsten und Kämme, ebenso bei Thieren, welche, wie Pferde und Hunde, mitunter gereinigt werden. — Thiere, welche sich einer derartigen Hautkultur nicht erfreuen, scheinen zur Zeit der „Härungsperiode“ durch Reiben sich der alten Haare zu entledigen.

Ich fasse die Resultate folgendermassen zusammen:

In Folge der eingetretenen Atrophie der Haarpapille

hört das Haar auf, in die Länge zu wachsen, die Zellen des Keimlagers werden zur Bildung der Rindensubstanz des Haarkolbens verbraucht, bis auf einen geringen, den Haarkolben umgebenden Rest. Von hier aus geht ein die Cutis vor sich hertreibender Fortsatz aus. Ein Theil der Cutis wächst in diesen Sprossen hinein und wird zur Papille des neuen Haares, die Zellen der Sprossen werden zum Haar mit seinen Scheiden. So entsteht das neue Haar auf einer neuen Papille, während das alte Haar durch mechanische Einflüsse entfernt wird.

Wie stimmt nun diese Ansicht zu den bisher über den Haarwechsel bekannten, namentlich den geläufigen, in die Handbücher der Histologie und Anatomie übergegangenen Anschauungen?

Die ersten auf mikroskopische Untersuchungen gestützten Angaben über den Process des Haarwechsels veröffentlichte Heusinger (Ueber das Hären oder die Regeneration der Haare. Deutsches Archiv für Physiologie, herausgegeben von Meckel. Bd. VII. Halle 1822. p. 555—561). Heusinger beobachtete die Vorgänge an Thieren und untersuchte sowohl Spürhaare als Körperhaare. Er sagt: „Kommt die Zeit heran, wo ein Haar durch ein anderes ersetzt werden soll, so wird die Zwiebel ganz blass; bald darauf bildet sich dicht neben ihr ein schwarzes Kügelchen, welches kurze Zeit darauf nach oben eine kleine Hervorragung, die sich schnell in den Haarcylinder verwandelt. Dieses neue Haar wächst dicht auf dem alten liegend, kommt ganz dicht neben dem alten zum Vorschein.“ „Während dem erleidet aber das alte Haar eine Veränderung, seine Zwiebel verschwindet ganz und bald darauf verschwindet auch der untere Theil des Haares selbst immer mehr. Ist es bis an die äussere Oeffnung des Balges geschwunden, so fällt dann der Rest des Haares ab.“ Von den Körperhaaren heisst es: „Sollten an einer Stelle die Haare gewechselt werden, so werden neben den ganz blassen, fast ganz verschwundenen Zwiebeln der alten Haare kleine Pigmentkügelchen in der Lederhaut abgesetzt, bald darauf sieht man diese aus einer äusseren und einer inneren Substanz gebildet, sie werden grösser,

und es verlängert sich die äussere Substanz in den Haarcylinder, der, unter die Oberhaut gelangt, hier eine Zeit lang liegen bleibt, die Oberhaut endlich durchbricht und nach aussen erscheint, während die alten Haare nur ausfallen." Ich bemerke hier beiläufig, dass Eble in seinem Werke: „Die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur", 2 Bände, Wien 1831, nur die Heusinger'schen Angaben wiederholt.

Die, obwohl viel später gemachten Untersuchungen von Kohlrausch gehen nicht viel weiter. (Kohlrausch, Ueber innere Wurzelscheide und Epithelien des Haares, Müller's Archiv 1846, p. 300—312.) Er fasst die Resultate seiner Beobachtungen, welche er an Eichhörnchen mittelst Schnitten der getrockneten Haut anstellte, folgendermassen zusammen: „Die verschiedenen Uebergangsformen, welche ich gesehen habe, machen es mir wahrscheinlich, dass die erste Veränderung, welche das Ausfallen der Haare einleitet, den Haarknopf betrifft, er verliert seine zwiebelartige Form, wird schlanker, cylindrisch und nach unten conisch. Dann hat seine Ernährung ganz aufgehört, es gehen keine Zellen mehr in ihn ein und das Blastem wird zur Bildung eines neuen Haares verwandt." Kohlrausch erklärt die verschiedenen Formen, welche die Haarwurzel im herauspräparirten Haarbalg zeigt, für Altersverschiedenheiten.

Heusinger und Kohlrausch haben offenbar ganz richtig beobachtet und zum Theil auch ihre Beobachtungen richtig gedeutet. Da ihnen beiden aber die Kenntniss einer in die Haarwurzel hineinreichenden Cutispapille fehlte, sie deshalb Wurzel und Papille zusammen als ein Ganzes, als Haarzwiebel (Blastema oder Pulpa pili) oder Haarkeim auffassten, so konnten sie auch zu keinem anderen Resultat gelangen, als sie es aussprachen. Jedenfalls war durch ihre Angabe festgestellt, dass sich das neue Haar im Balge des alten bilde, und zwar, wie Kohlrausch näher bestimmte, aus dem „Blastem" am Grunde des Haarbalgs. Heusinger hat nur darin gewiss geirrt, dass er von einem Schwund der unteren Hälfte des Haarschafts redet und dadurch das Ausfallen der Haare erklären will.

Als fussend auf den Heusinger'schen Beobachtungen,

aber schon einen Schritt weiter gelangend, ist Günther anzusehen, aus dessen leider nur sehr aphoristischen Bemerkungen nicht viel zu entnehmen ist. In Günther's Lehrbuch der Physiologie des Menschen, I. Bd., Leipzig 1845, p. 303 findet sich folgende Stelle: „Die Heusinger'sche Beobachtung, dass neben dem alten abgestorbenen Haare unmittelbar aus derselben Scheide ein anderes Haar hervorkomme, ist auch von Anderen gemacht worden und ich sah zweimal ganz deutlich, dass der alte Balg durch seitliche der Knospenbildung ähnliche Wucherungen den neuen gebildet habe.“

Nachdem durch weitere Untersuchungen die histologische Zusammensetzung des Haares, der Scheiden und des Balgs festgestellt worden war, erschienen ziemlich gleichzeitig Mittheilungen von Langer, Kölliker und Steinlin, welche sich genauer über die beim Haarwechsel stattfindenden Vorgänge aussprechen, aber nicht in allen Punkten miteinander übereinstimmen.

Langer (Ueber den Haarwechsel bei Thieren und Menschen in den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathem. naturwiss. Klasse, Bd. I. Wien 1850), welcher die Resultate seiner Beobachtungen schon im Oktober 1848 der Akademie vorlegte, präcisirt und erweitert die von Heusinger und Kohlrausch gemachte Angabe dahin, dass er sagt: „Meine Untersuchungen über diesen Gegenstand lehren, dass der Wiederersatz von demselben Haarkeim ausgehe, der auch das ausgebildete Haar bilde, dass dieselbe Papille es sei, die das Zellenmaterial für das neu entstehende Haar liefere.“ Langer fasst die Ergebnisse der wesentlichen Vorgänge des Haarwechsels bei Menschen und Thieren in folgende Worte zusammen: „Das reife Haar löst sich sammt seiner inneren Wurzelscheide von der Papille los, zerfällt am Ende in die der Corticalsubstanz eigenthümlichen Fasern, der Haarbalg verlängert sich nach unten, die Papille zieht sich in eine Aussackung des Follikels zurück und überkleidet sich mit Pigmentkernen. Diese dunkeln Körner mehren sich und bilden ein aufwärts zugespitztes embryonales Härchen. Durch Häutung des Follikels, Ablösung seiner Epidermis verliert das alte

Haar seine Befestigung und fällt durch mechanische Anlässe begünstigt aus.“ Langer untersuchte die Haare des Menschen und ferner Reh, Gemse, Hirsch, Wildschwein, Haase, Aguli, Schaf und Rind.

Fast zu denselben Resultaten war Kölliker gelangt. Er theilte dieselben zuerst in einem selbstständigen Aufsatz mit (Zur Entwickelungsgeschichte der äusseren Haut. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. II. Leipz. 1850. p. 67—97), hält aber auch in der 5. Auflage seines Handbuches der Gewebelehre, Leipz. 1867 an den damals gewonnenen Ergebnissen fest. Kölliker schildert die Vorgänge des Haarwechsels, welche er an den Wimperhaaren der Augenlider eines einjährigen Kindes beobachtete, folgendermassen: die Neubildung des Haares geht aus von der äusseren Wurzelscheide des Balgs der Wollhaare, indem sich an den Wurzelscheiden Sprossen bilden, aus welchen sich nach dem Typus der embryonalen Haarentwickelung ein neues Haar sammt neuer Wurzelscheide umbildet. Die Ernährung des Wollhaares wird gestört, indem dasselbe von der gefässhaltigen Haarpapille abgehoben wird. Es verhornt die Haarzwiebel, das Haar fällt aus. Kölliker bestreitet die Ansicht von Kohlrausch, dass die ersten Veränderungen welche das Ausfallen der Haare einleiten, den Haarknopf betreffen, betrachtet umgekehrt eine Wucherung der Zellen des Haarknopfes als das „Primum movens“, durch welches das alte Haar von der Papille entfernt und dadurch zum Absterben gebracht werde. Kölliker ist derselben Ansicht wie Langer, dass die alte Papille fortexistire. In einer gegen Steinlin gerichteten Mittheilung (Ueber den Haarwechsel und den Bau der Haare, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. II. p. 291—294) heisst es: „Beim Haarwechsel des Menschen verlängert sich der Balg zwar auch, allein so wenig, dass das Hinaufrücken des alten Haares nicht nur als scheinbar erklärt werden kann. Dasselbe kommt vielmehr durch die Wucherung im Grunde des Balges zu Stande, die dieselben von den Papillen abhebe. Von einem Absterben der alten Pulpe (Papille) habe ich beim Menschen Nichts gesehen, vielmehr bildet sich hier das neue Haar auf der alten Pulpe, die, so wie

auch der Haarsack, nicht wechselt. In der neuesten Auflage seines Handbuches, p. 138 heisst es: „Nach dem, was ich beim Menschen sah, bildet sich das neue Haar auch nicht auf einer neuen Papille, sondern auf der alten.“

Diese Kölliker'sche Ansicht, welche, wie bereits erwähnt, von der Ansicht Langer's eigentlich nicht differirt, hat nun trotzdem, dass sich sehr bald Widerspruch gegen sie erhob, am allermeisten Verbreitung gefunden und ist auch in die neuesten Handbüchern der Histologie übergegangen, so Gerlach (Handbuch der Gewebelehre des menschlichen Körpers, 2. Auflage, Mainz 1852, p. 547), Frey (Histologie und Histochemie, Leipzig 1867, p. 447), Hessling (Grundzüge der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des Menschen, Leipzig 1866, p. 201). Auch Henle scheint dieser Ansicht beizupflichten, doch drückt er sich sehr vorsichtig aus (l. c. p. 24): „Das Ersatzhaar erzeugt sich im Balge des Haares, an dessen Stelle es tritt und wie es scheint, auf derselben Papille.

Diese so allgemein verbreitete Ansicht, nach welcher die neuen Haare sich auf der alten Papille bilden und dadurch das alte Haar von der Papille abgelöst werde, halte ich auf Grund meiner oben mitgetheilten Untersuchung für nicht richtig, sondern behauptete dieser Ansicht gegenüber, dass für jedes neue Haar auch eine neue Papille gebildet werde.

Es ist die Kölliker-Langer'sche Ansicht auch bereits bald nach ihrer ersten Publication hierauf hin durch Steinlin angegriffen worden; doch scheinen dessen Angaben durch die ihnen gegenüberstehende Autorität Kölliker's in den Hintergrund gedrängt zu sein.

Steinlin (Zur Lehre vom Bau und der Entwickelung der Haare in der Zeitschrift für rationelle Medicin, herausgegeben von Henle und Pfeuffer, Bd. IX., Heidelberg 1850, p. 288 bis 314) schreibt: „Der Haarwechsel beginnt mit dem vollendeten Wachsthum der Haare, indem die Haarpulpe (Papille) abstirbt; dadurch hört die Ernährung des Haares auf. Das Haar verliert seinen Zusammenhang mit dem Haarbalg, so dass es nur lose im Haarbalg stecken bleibt. Tritt die Härungsperiode ein, so zeigt der Haarsack (worunter Steinlin nicht

allein Haarbalg, sondern auch äussere Haarscheide versteht) eine nicht unbedeutende Verlängerung, bei den Tasthaaren mitunter eine Art Ausstülpung, welche ganz dünn und durchscheinend ist. In dieser Anfangs von einem soliden Zellenhaufen gebildeten Verlängerung entsteht später eine durch Epithelialmasse begrenzte Höhle, „der Keimsack“ des Haares. Dieser Keimsack wird durch eine von unten heraufwachsende Zellenwucherung — die neue Papille — eingestülpt. Während die Papille ihre Gestaltveränderung vollzieht, wird auf der Papille aus demjenigen Theil des Keimsackes, welcher die Papille überzieht, das neue Haar gebildet, während der andere Theil des Keimsackes zu einer Haarscheide wird. Während auf diese Weise das neue Haar gebildet wird, wird das alte allmählich aus dem Haarbalg herausgestossen, wozu verschiedene Momente behülflich sind. Zuerst wurde es von seiner Grundlage entfernt durch Verlängerung des Haarbalgs und der äusseren Wurzelscheide nach unten, wodurch es scheinbar in die Höhe rückt. Ein wirkliches Hinaufrücken geschieht aber erst, wenn der Keimsack sich vergrössert und durch sein Wachsthum in die Höhe das Haar verdrängt, indem er dasselbe aufwärts und etwas bei Seite schiebt. Der Keimsack sowie das neue Haar wachsen aber neben dem alten Haare vorbei, so dass nur durch Verengerung des Raumes in der äusseren Wurzelscheide die Verdrängung des Haares zu Stande kommen kann. Zur völligen Ausstossung aber scheinen mechanische Einflüsse von aussen nöthig zu sein.“

Wie aus meinen oben mitgetheilten Ergebnissen ersichtlich, stimme ich in vielen wesentlichen Punkten, namentlich was die Atrophie der alten und Bildung einer neuen Papille betrifft, mit Steinlin, welcher hauptsächlich Tasthaare untersuchte, überein. Nur mit Steinlin's Auffassung des neuen Haarkeims als eines „Keimsackes“, in welchem sich eine Höhle befinde, kann ich mich nicht einverstanden erklären. Meine eigenen Beobachtungen, sowie die Mittheilungen Kölliker's und Reissner's über die erste Entwickelung der Haare beim Embryo haben Nichts von einer derartigen Höhle gezeigt. Ich bin beim Vergleich von Steinlin's Angaben und seinen Abbildungen

zur Vermuthung gelangt, dass Steinlin sich durch das durchsichtige Ansehen der früh verhornenden und im Verhältniss zum pigmentirten Centrum des Haarkeimes sehr breit erscheinenden Zellenlage, welche zur inneren Haarscheide wird, getäuscht hat und zur Annahme einer Höhle gelangte, wo sich keine befand.

Eigenthümlich, dass Steinlin's Ansichten wenig Berücksichtigung fanden; — wenigstens bei deutschen Histologen. Es scheint mir dieses herzurühren von einer ziemlich harten Kritik Kölliker's über die Angaben Steinlin's.

Dagegen haben zwei nicht deutsche Autoren sich auf die Seite Steinlin's geneigt, der Niederländer Moll und der Däne Beudz.

Moll (Bijdragen tot de anatomie en physiologie der oglecden, Utrecht 1857) bestätigt in seinen unter Donders' Leitung angestellten Untersuchungen, welche die Wimperhaare des Menschen betreffen, die Angaben Kölliker's zum Theil, nimmt aber dabei auch auf Steinlin's Resultate Rücksicht. Beim Vergleich zwischen der vorliegenden Ansicht, ob die Papille des alten Haares persistire (Kölliker) oder atrophire (Steinlin), wendet er sich doch zu Steinlin. Es heisst in einem Aufsatz, welcher in dem Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde, Bd. II., p. 149—165 niedergelegt ist und einen Auszug aus jener oben citirten Dissertation enthält „Ueber den Haarwechsel“: „Wir können es nur nach Anleitung der Untersuchungen von Steinlin der Analogie gemäss für wahrscheinlich halten, dass die Papillen atrophiren.“

Beudz (Haandbog i den physiologiske Anatomie of de almindeligste Danske Huuspattedyr. Anden Deel. Kjöbenhavn 1864. p. 33) giebt eine Beschreibung des Haarwechsels bei Thieren, welche der von Steinlin gelieferten sehr ähnlich ist. Ob Beudz hierbei nur Steinlin's Angaben folgt, oder auf Grund eigener Untersuchungen an Steinlin sich angeschlossen hat, kann ich aus dem Buche nicht ersehen.

Zum Schluss muss ich noch der Mittheilung gedenken, welche Wertheim in dem bereits oben citirten Aufsatz (Wien,

akad. Sitzungsber., Bd. I., 1864) über den Haarwechsel vorbringt, und in welchem höchst eigenthümliche Dinge behauptet werden. Wertheim's Angaben beziehen sich nur auf den Menschen; Steinlin's Arbeit scheint ihm nicht bekannt gewesen zu sein. Wertheim schreibt: „Es lehren mich zahlreiche Präparate, dass zwar eine Abhebung des Kolbens von der Papille zu Stande kommt, — — dass es augenfällig ist, dass hier nicht eine knospenartige Verlängerung des Balges nach unten vor sich geht, sondern eine Verschiebung oder ein Emporgleiten des abgehobenen Kolbens von der in situ verbleibenden Papille, und dass der zwischen ihr und dem Kolben befindliche Theil des Haarbalgs sich durch seine eigene Contractionskraft halsartig einschnürt." Dass der am unteren Ende des Haarbalgs befindliche und von einigen Autoren gewiss mit Recht als Fortsatz angesehene verengte Theil des Balgs nur der zusammengefallene alte ist, sucht Wertheim dadurch zu motiviren, dass er stets in dem Hohlraum des Balgs zwischen Papille und Kolben Pigment gefunden habe und dass es augenscheinlich sei, „das Haar habe das Pigment durch Abstreifen zurückgelassen und theilweise selbst durch die Wände der beiden Scheiden gedrängt." Wie Wertheim sich dieses denkt, woher „die eigene Contractionskraft des Haarbalgs" rührt, davon wird nichts gesagt. Wertheim schreibt aber ferner: „Ich betrachte es als sicher, dass das Ablösen des Haares von der Papille, die halsartige Ab„schnürung des Balges zwischen beiden und das Vorkommen von Pigment auf dieser Strecke ein von der „Haarausbildung ganz unabhängiger Vorgang ist", der Nichts bedeutet, als das „Ausfallen der Haare". Ueber den stattfindenden Ersatz durch neue Haare lehren Wertheim's Untersuchungen: „dass man sehr häufig junge Haare, die als solche durch die verhältnissmässige Kleinheit in allen ihren Dimensionen, ferner durch die mehr kugelförmige Papille zu erkennen sind, unmittelbar auf den mehrerwähnten Bindegewebssträngen aufsitzend findet, so dass man zur Annahme berechtigt ist, es sei dieses selbstständige Vorspriessen ein normaler typischer

Vorgang.“ Es werden nun eine Anzahl von Thatsachen aufgeführt, welche beweisen sollen, dass die ausgesprochene Ansicht richtig sei, ich übergehe diese Gründe als meiner Ansicht nach nichtig. Es heisst aber darin: „Aus diesen Gründen bin ich der Meinung, dass den eigentlichen allgemein gültigen Typus des Haarnachwuchses das Vorspriessen der Härchen aus den Bindegewebssträngen darstellt, nur dass das Vordringen derselben in den Balg eines alten nur als specieller Fall (soll offenbar heissen specielle Ausnahme?) dieses allgemein gültigen Wachsthumgesetzes anzusehen ist“.

Wertheim bestreitet hier also eine Thatsache, welche bis jetzt durchweg Anerkennung gefunden hat und gewiss unbestreitbar ist, nämlich die Bildung eines neuen Haares in dem Balg des alten. Da Wertheim diese seit Heusinger bekannte Thatsache bestreitet, so kann von einer Beantwortung der Frage, ob bei der Neubildung der Haare die alte Papille thätig sei oder nicht, gar nicht die Rede sein. Selbstverständlich muss eine neue Papille gebildet werden. Wertheim zeichnet nun nnd beschreibt einen „speciellen Fall“, „an welchem ganz unzweideutig neben der alten mit Pigmen lose bedeckten Papille sich eine neue, scharf conturirte heranbildete, auf welcher das junge Haar aufsitzt“.

Wodurch unterstützt nun Wertheim sein Wachsthumgesetz? — Dadurch, dass er junge Haare fand, welche unmittelbar auf den Bindegewebssträngen sassen. Den Einwurf, den man ihm machen könnte, dass die zugehörigen alten Haare beim Schnitte verloren gegangen, weist er kurz als unzulässig zurück. — Ferner unterstützt er seine Ansicht durch die Entwickelung der „selbstständig vorspriessenden Haare“ am Mons Veneris zur Zeit der Pubertät, und in der Bartgegend. Auch dieses Argument scheint mir sehr schwach. Sind denn am Mons Veneris und der Bartgegend nicht auch schon vor der Pubertät Härchen, welchen die später nachwachsenden zum Ausgangspunkte dienen können? Wie aus Bindegewebssträngen die Haare hervorschiessen, beschreibt Wertheim nicht. Es möchte ihm auch der nähere Nachweis kaum gelingen. Dass die aus Bindegewebe bestehende Cutis aus sich Epidermis-

bildungen (Haare) hervorgehen lässt, spricht Allem, was wir jetzt über Entwickelung der einzelnen Gewebe kennen, vollständig entgegen; es ist, kurz gesagt, unmöglich.

Soviel über Wertheim's Ansichten vom Haarwechsel, welche kaum irgend welche Unterstützung finden werden. Die ausführliche Beschreibung seiner Untersuchung soll nach Wertheim nächst folgen.

Ueber die von mir in Anwendung gezogene Methode, um Präparate zur Untersuchung zu erzielen, muss ich kurz Folgendes bemerken: Da es mir darauf ankam, die betreffenden Theile, Haar nebst Scheiden, Papille und Haarbalg in möglichst unveränderter Lage und möglichst richtigen Verhältnissen zu einander zu haben, so konnte mir das Harauspräpariren der einzelnen Haare, oder das Herausziehen derselben, auch das Zerzupfen Nichts helfen. Ich untersuchte nun Schnitte, welche in verschiedener Richtung durch die Haut gelegt worden waren. Die Hautstücke wurden in einer wässrigen Lösung von Chromsäure, seltener in Alkohol erhärtet; die angefertigten Schnitte durch karminsaures Ammoniak imbibirt, mussten einige Stunden in concentrirter Essigsäure liegen, wurden dann durch Kreosot durchsichtig gemacht und in Canadabalsam oder Damarharz eingeschlossen. — Nach derartigen Präparaten sind die angehängten Abbildungen von mir gemacht worden.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind angefertigt nach Durchschnitten der Haut, welche nach der oben näher beschriebenen Methode behandelt worden waren.

Figg. 1—4 aus der Haut des Pferdes.

Fig. 1. Haarwurzel (Haarknopf) eines noch wachsenden Haares nebst Umgebung. Vergr. 330. *a* Haarpapille, *b* äussere Haarscheide, *c* innere Haarscheide, *d* Oberhäutchen des Haares, *e* Rindensubstanz, *f* Marksubstanz, *g* Keimlager des Haares und der Haarscheiden, *h* innerste Schicht des Haarbalgs.

Fig. 2 A. Haarwurzel (Haarkolben) eines „reifen" Haares nebst Umgebung. Vergr. 380. — Fig. 2 B. Haarwurzel (Haarkolben) eines

„reifen" Haares, querdurchschnitten. Vergr. 330. Bezeichnung wie bei Fig 1.

Fig. 3. Haarkolben und Anlage des neuen Haares. Vergr. 330. *a*, *b*, *h* = Fig. 1. *i* Papille des neuen Haares, *k* Bindegewebsstrang am Boden des Haarbalgs (Haarstengel nach Wertheim).

Fig. 4. Altes und neues Haar in einer Scheide. Vergr. 80. *b*, *c*, *e*, *f*, *g* = Fig. 1. *i* Papille des neuen Haares, *l* Haarschaft, *m* Haarkolben.

Figg. 5 und 6 aus der Haut des Menschen (Augenlid).

Fig. 5. Altes Haar mit der Anlage des neuen Haares. Vergr. 80. *b* äussere Haarscheide, *l* Haarschaft, *m* Haarkolben, *i* Papille des Keimes des neuen Haares, *k* Bindegewebsstrang.

Fig. 6. Die Anlage eines neuen Haares. Vergr. 330. Bezeichnung wie in Fig. 5.

Figg. 7—10 aus der Haut des Rennthiers.

Fig. 7. Wurzel eines „reifen" Haares. Vergr. 330. *b* äussere Haarscheide, *b'* Rest des Keimlagers, *h* Haarbalg, *m* Haarkolben, *p* Rest der ursprünglichen Höhle der Haarwurzel.

Fig. 8. Wurzel eines „reifen" Haares nebst Anlage eines neuen Haares. Vergr. 330.

Fig. 9. Desgleichen. Vergr. 330. *b* äussere Haarscheide, *b'* Rest des Keimlagers, *o* Fortsatz der äusseren Haarscheide = Keim des neuen Haares, *h* Haarbalg, *i* neue Papille, *k* Bindegewebsstrang.

Fig. 10. Altes und neues Haar in einer Scheide. Vergr. 80. Bezeichnung wie Fig. 4.

Halsrippe bei Canis familiaris.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St.-Petersburg.

(Hierzu Taf. XVI. A.)

Bei der Untersuchung einer grossen Anzahl von Hunden behufs der Ausmittelung gewisser Gefässverhältnisse fand ich bei einem mittlerer Grösse nebenbei auch: eine supernumeräre Rippe — linke Halsrippe —, und Deformitäten an der vordersten linken Brustrippe und am 7. Halswirbel (Fig). Die Eigenthümlichkeiten der ersteren und der letzteren schienen mir interessant genug, um gekannt zu sein, ich beschreibe sie daher im Nachstehenden:

Die Zahl der Wirbel des Skeletes ist die gewöhnliche. Von den 7 Halswirbeln verhalten sich der 1.—6. ganz normal. Die Processus transversi des 1.—6. Wirbels besitzen Foramina transversaria; die des 1.—5. Wirbels sind einfach und flügelförmig, und die des 6. Wirbels sind in zwei Aeste gespalten, in den oberen, kleinen, schmalen, queren Ast — mit der oberen Wurzel des Processus transversus = Processus transversus proprius — und in den unteren, grossen, breiten, flügelförmigen, etwas schräg ab-, aus- und rückwärts gerichteten Ast — mit der unteren Wurzel des Processus transversus = Processus costalis. — Die 13 Brustwirbel, welche 13 Rippenpaare tragen, und die übrigen Wirbel verhalten sich gleichfalls normal. Der 7. Halswirbel aber weicht durch seine ganz unge-

wöhnlich gestalteten Processus transversi von der Norm ab (*3*). Die Processus transversi (*a a'*) haben die Gestalt und Stellung derer der Brustwirbel. Sie sind etwa noch einmal so stark, als dieselben des 7. Halswirbels gewöhnlicher Fälle, etwas schwächer als dieselben des 1. Brustwirbels, aber länger als diese und als die aller Brustwirbel. Ihre Länge beträgt 5—6 Lin.; ihre Breite in der Mitte $3^1/_2$ Lin., am Ende 4—5 Lin.; ihre Dicke in der Mitte 2 Lin., am Ende $3^1/_2$—4 Lin. Ihre vordere Fläche ist sehr seicht gerinnt, ihre hintere ist von vorn nach hinten stark convex, von einer Seite zur anderen stark concav. Der linke Processus transversus (*a'*) trägt, wie die Processus transversi der Brustwirbel, am Ende eine Gelenkfläche. Diese ist lateralwärts gerichtet, halbkreisförmig, sehr tief und 4 Lin. weit. An ihr articulirt die supernumeräre Halsrippe. Der rechte Processus transversus (*a*) hat an seinem Ende keine Gelenkfläche, wohl aber daselbst einen starken und langen griffelförmigen Fortsatz (*α*) fast rechtwinklig angewachsen. Der Fortsatz steht in der Richtung der Rippen nach abwärts und hat seine Spitze etwas lateralwärts gekrümmt. Er ist nach 3 Seiten comprimirt und nimmt von seiner angewachsenen Basis zur Spitze allmählich an Breite und noch mehr an Dicke ab, ist somit dreiseitig pyramidal. Er zeigt eine mediale, vordere und hintere laterale Fläche. Von der Basis steht auf- und etwas lateralwärts ein seitlich comprimirter, dreiseitig oder vierseitig pyramidaler, abgerundeter, rauher Höcker (*α'*) von geringer Grösse (2 Lin. Höhe, 3 Lin. Breite und $1^2/_3$ Linie Dicke) hervor. Die Spitze ist abgerundet und seitlich comprimirt. Der Fortsatz ist 12 Lin. lang; in sagittaler Richtung an der Basis 4 Lin., an der Spitze 2 Lin.; in transversaler Richtung an der Basis $3^1/_2$ Lin., an der Spitze 1 Lin. dick. Der griffelförmige Fortsatz ist analog dem unteren Aste des Processus transversus des 6. Halswirbels und sein pyramidaler Höcker scheint ein Rudiment eines Astes des Processus transversus am 7. Halswirbel zu sein, der analog dem oberen Aste des Processus transversus des 6. Halswirbels ist. Der starke Processus transversus mit dem pyramidalen Höcker des griffel-

förmigen Fortsatzes (*a*, *α'*) stellt somit den Processus transversus proprius der rechten Seite des 7. Halswirbels, der eigentliche griffelförmige Fortsatz (*α*) aber den Processus costalis dar, welchem aber die dem Halse und dem Capitulum einer Rippe entsprechende Portion mangelt.

Ausser den gewöhnlichen 13 Paaren Brustrippen, welche an 13 Brustwirbeln articuliren, kommt noch eine Halsrippe (*b*) vor, welche am linken Processus transversus (*a'*) des 7. Halswirbels (*3*) articulirt. Die 13 Brustrippenpaare articuliren auf gewöhnliche Weise, d. i. durch die Tubercula costarum an den Processus transversi der 13 Brustwirbel und durch die Capitula costarum des 1. Paares am Körper des 7. Halswirbels und des 1. Brustwirbels, der übrigen Paare an den Körpern je zweier Brustwirbel. Alle rechten Brustrippen sowie die zwölf hinteren linken verhalten sich völlig normal. Die erste (vorderste) linke Brustrippe (*7'*) ist deform. Diese Rippe ist nämlich etwas weniger gekrümmt, breiter und dicker als dieselbe Rippe der rechten Seite, am Knochen fast um $^1/_5$ — $^1/_4$ kürzer und am Knorpel länger als rechts. Während die knöcherne Rippe rechts 2 Z. 6 — 9 Lin. lang ist, ist sie links nur 2 Zoll lang; während die obere Hälfte des Körpers der rechten Rippe von $3^1/_2$ Lin. bis 6 Lin. sich verbreitert, steigt die Breite der unteren Hälfte der linken Rippe auf 5 — 10 Lin. Von dem vorderen Rande der unteren Hälfte der knöchernen Rippe steht ein breiter platter anomaler Fortsatz (*b*) vorwärts vor. Er ist seitlich comprimirt, oben und unten ausgeschnitten, gegen sein Ende etwas eingeschnürt, am Ende wie knopfförmig, hier um die Hälfte der Breite seiner Basis verschmälert und in schiefer Richtung von oben und hinten, nach unten und vorn abgestutzt. Die Fläche am knopfförmigen Ende ist plan, oval. Von den beiden Seitenflächen ist die laterale von oben nach unten mehr convex und von vorn nach hinten mehr concav als die mediale. Von den beiden ausgeschnittenen Rändern ist der obere auf- und vorwärts gerichtete kürzer und seichter, der untere, abwärts und vorwärts sehende länger und tiefer. Der Fortsatz steht 4 Lin. hervor, ist an seiner Basis 10 Lin. breit, am Kopfe 5—6 Lin. breit und bis $3^1/_2$ Lin. dick.

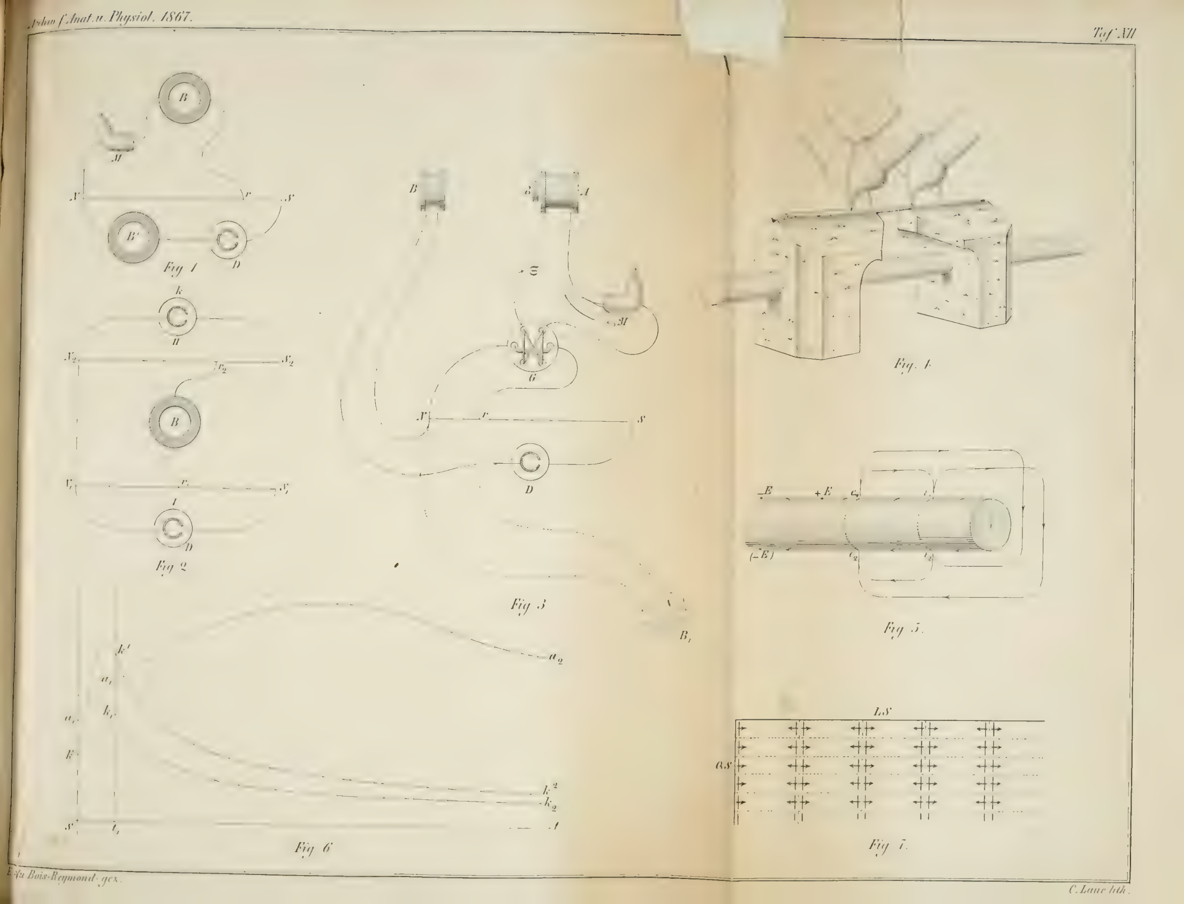
Die linke Halsripe (*6*) sitzt vor der ersten Brustrippe zwischen dem anomalen Fortsatze der letzteren und dem linken Processus transversus des 7. Halswirbels. Sie hat die Gestalt eines bogenförmig nach vorwärts gekrümmten 3seitig prismatischen Knochenbalkens, welcher ein oberes und ein unteres angeschwollenes Ende und ein schmales Mittelstück besitzt. Das obere oder Wirbel-Ende hat die Gestalt eines von einer Seite zur anderen etwas comprimirten Capitulum, das lateralwärts convex, glatt und überknorpelt ist. Es ist mit dem linken Processus transversus des 7. Halswirbels durch eine schlaffe Gelenkkapsel vereinigt und articulirt in dessen Gelenkgrube. Es ist analog dem Tuberculum costae der normalen Rippen. Das mit der Convexität nach vorn gerichtete Mittelstück hat eine vordere, mediale und laterale Fläche und einen scharfen hinteren Rand. Das untere 3seitig prismatische Ende, welches dicker als das obere ist, ist schräg von oben und hinten nach unten und vorn abgeschnitten. Es zeigt eine grosse mediale, eine kleine untere und kleine, obere laterale und eine hintere, ovale, plane Fläche. Die ersten drei Flächen sind rauh, in sie setzen sich die mediale vordere und laterale Fläche des Mittelstückes fort; die hintere Fläche aber ist überknorpelt, eine Gelenkfläche, durch die die Halsrippe mit dem Kopfe des anomalen Fortsatzes der rechten linken Brustrippe articulirt. Dieses Ende der Halsrippe ist mit dem genannten Fortsatze der 1. Brustrippe durch eine ganz straffe Gelenkkapsel (*) vereinigt. Die Halsrippe ist gegen 1$^1/_2$ Zoll lang, am Kopfe in sagittaler Richtung 4 Lin., in transversaler 3 Lin., am Mittelstücke in sagittaler Richtung 2 Lin., und in transversaler 1$^1/_2$ Lin. und am unteren Ende in sagittaler Richtung oben 4 Lin., unten etwa 1 Lin., in transversaler Richtung oben 3$^1/_2$ Lin., unten etwa 1 Lin. dick. Die Halsrippe hat an ihrem unteren Ende nicht eine Spur eines Rippenknorpels. Das supernumeräre Interstitium costale zwischen der Halsrippe und ersten Brustrippe ist eine 10 Lin. in verticaler Richtung, und 6 Lin. in transversaler Richtung weite, unten am anomalen Forsatze der ersten Brustrippe abgeschlossene, oben in den Zwischenraum der linken Processus transversi, zwischen dem

7. Halswirbel und dem 1. Brustwirbel sich fortsetzende ovale Lücke. Diese Lücke ist durch einen supernumerären Intercostalmuskel ausgefüllt, dessen Bündel vom hinteren Rande der Halsrippe entstehen und an den vorderen Rand der ersten Brustrippe sich inseriren. Der Plexus nervorum brachialis verläuft vor der Halsrippe zur vorderen Extremität und die Arteria subclavia nebst der A. transversa cervicis verlaufen unter der Vereinigung des unteren Endes der Halsrippe mit dem anomalen Fortsatze der ersten Brustrippe über einen 6 Lin. tiefen Ausschnitt vor dem unteren Ende der letzteren.

Die Halsrippe hat die Bedeutung eines anomal vorkommenden Processus costalis des Processus transversus des 7. Halswirbels, welcher, anstatt mit dem Processus transversus zu verschmelzen, mit diesem eine gelenkige Verbindung einging. Sie ist somit analog dem anomaler Weise aufgetretenen, langen, stielförmigen Processus costalis des rechten Processus transversus desselben Wirbels. Sie ist nur eine rudimentäre Rippe, weil ihr die Partie am Knochen, welche dem Capitulum und Collum costae entspricht, mangelt, ein Rippenknorpel und eine Vereinigung mit dem Brustbeine abgeht. Sie erinnert, abgesehen von der ungewöhnlichen Verbindung mit der Brustrippe, an die rudimentären Halsrippen bei Bradypus tridactylus, die auch nur an den Processus transversi des 8. und 9. Halswirbels articuliren.

Erklärung der Abbildung.

1 2 fünfter und sechster Halswirbel. *3* siebenter Halswirbel. *4 5* erster und zweiter Brustwirbel. *6* linke Halsrippe. *7* rechte erste Brustrippe. *7'* linke erste Brustrippe. *8* rechte zweite Brustrippe. *8'* linke zweite Brustrippe. *a* rechter Processus transversus des 7. Halswirbels, *a'* linker Processus transversus desselben mit einer Gelenkgrube zur Articulation mit der Halsrippe. *b* anomaler Fortsatz der ersten linken Brustrippe. *α* griffelförmiger Fortsatz des rechten Processus transversus des 7. Halswirbels, *α'* dessen pyramidaler Höcker. (*) straffe Gelenkkapsel zwischen dem anomalen Fortsatze der ersten linken Brustrippe und der supernumerären Halsrippe.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
L.S
Q.S

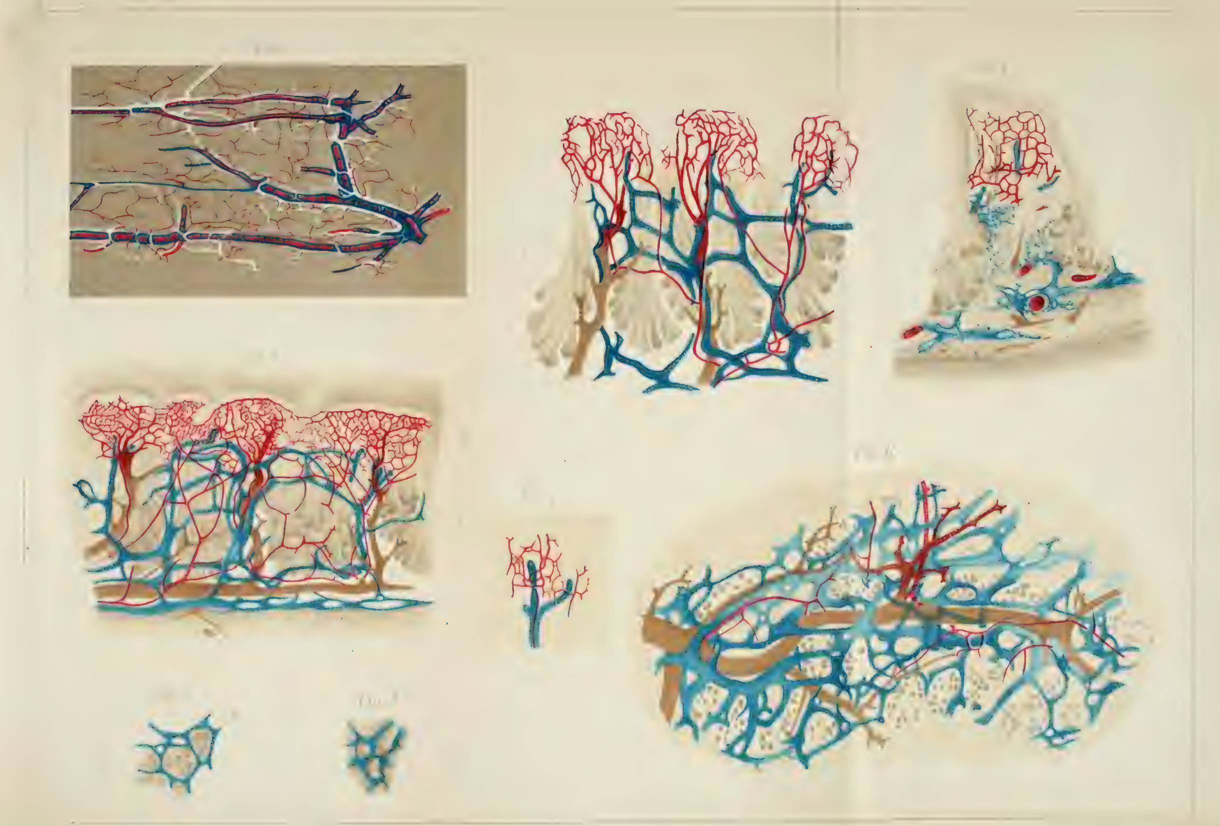




A. Schneider del.

Wagenschieber sc.








2 A
2 B



Enorm hoher Ursprung einer supernumerären Arteria circumflexa ilei interna von der Arteria iliaca externa.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St.-Petersburg.

(Hierzu Taf. XVI. B.)

Triplicität der Arteria circumflexa ilei interna kommt selten vor. Richard Quain[1]) hat sie unter 207 Fällen nur 2 Mal (an beiden Seiten eines Individuums) beobachtet. Duplicität derselben Arterie aber ist keine Seltenheit. Es wird dieser Abweichung von vielen Anatomen erwähnt und R. Quain[2]) hat sie unter 207 Fällen 12 Mal angetroffen. Mir ist sie auch alljährlich mehrmals vorgekommen. In manchen Beispielen der Duplicität repräsentiren die beiden isolirt aus der Iliaca externa entsprungenen Arterien die beiden Endäste (den aufsteigenden und den queren Ast) der normalen einfachen Arterie, wobei die überzählige (obere hintere) bald den aufsteigenden, bald den queren Endast substituirt. Duplicität kommt häufiger einseitig als beiderseitig vor. In den 12 Fällen, welche R. Quain anführt, war sie sogar immer einseitig und zwar in $^2/_3$ d. F. rechtseitig und in $^1/_3$ d. F. linkseitig zugegen.

1) The anatomy of the arteries of the human body. London 1844. 8°. Table p. 375. Cas. 132. p. 461.

2) Op. cit. Table p. 375; 401.

Bei einfachem Vorkommen der Circumflexa ilei interna und deren Ursprung von der lateralen Wand der Iliaca externa hinter oder über dem Arcus cruralis befindet sich dieser bald in der Höhe des Ursprunges der Epigastrica inferior, bald darüber, bald etwas tiefer (gewöhnlich). Das Ursprungsfeld überschreitet aber nach R. Quain[1]) eine Strecke von 1 Z. über dem Arcus cruralis nicht.

Bei Duplicität der Circumflexa ilei interna geht die hintere obere über der anderen, vorderen unteren in verschiedener Höhe, nicht aber mehr als 1—1$^1/_4$ Z. über letzterer von der Iliaca externa ab. R. Quain[2]) sah die hintere ein wenig oder bis $^1/_2$ Z. = 8 Mal, 1 Z. = 3 Mal, 1$^1/_4$ Z. = 1 Mal über der anderen entstehen, 1 Mal die hintere ein wenig über der 1 Z. über dem Arcus cruralis entstandenen vorderen kommen und 1 Mal die hintere von dem Ende der Iliaca externa abgehen, während die vordere von der Femoralis entsprang. In dem Falle, welchen M. Münz[3]), in jenem, den Fr. Tiedemann[4]), und in zwei Fällen, welche R. Quain[5]) abgebildet hat, entspringt die hintere Arterie, etwa 3—5 Lin. (Paris. M.) über der vorderen. Unter den Fällen, welche ich bis jetzt beobachtet hatte, ging die hintere Arterie über der vorderen nicht höher als 6–9 Lin. von der Iliaca externa ab. Ich habe aber bei Duplicität der Circumflexa ilei interna, die im Januar l. J. an beiden Seiten der Leiche eines Mannes vorkam, eine enorme Distanz des Ursprunges beider Arterien beobachtet. Die Höhe des Ursprunges der hinteren Arterie von der Iliaca externa an diesen Präparaten übertrifft, meines Wissens, nicht nur die derselben Arterie in

---

1) L. c.

2) Op. cit. Table p. 375. Cas. 32 a, 33, 68, 70, 95, 101, 134, 140, 165, 187, 215, 225.

3) Handb. d. Anat. d. menschl. Körpers in Abbild. Th. 2 Landshut 1821. S. 130, 591. Atlas Taf. XIII. Fig. 1. Nr. 11, 12.

4) Tabulae arteriarum corporis humani. Carlsruhae 1822. Fol. Tab. 36. Fig. 1. Nr. 27, 29.

5) Op. cit. p. 369, 400. Atlas. Fol. Pl. 58. Fig. 1. Nr. 3‡; Pl. 65. Fig. 5. Nr. 4.

den bis jetzt bekannten Fällen, sondern auch die bis jetzt bekannten Fälle des anomalen und höchsten Abganges der Obturatoria von der Iliaca externa, oder gleicht doch der Höhe, in der bis jetzt wohl nur ein einziger Fall der Epigastrica inferior von der Iliaca externa entsprang. R. Quain[1]) hat nämlich die Epigastrica inferior von der Iliaca externa bis über der Mitte ihrer Länge (gegen 2 1/2 Z. über dem Arcus cruralis und 1 1/2 Z. unter der Theilung der Iliaca communis) und die Obturatoria von der Iliaca externa bis unter der Mitte ihrer Länge (bis 1 1/2 Z. über dem Arcus cruralis und 2—2 1/2 Z. unter der Theilung der Iliaca communis) abgehen gesehen.

Da die Kenntniss der Möglichkeit des Vorkommens des hohen Abganges von Aesten beträchtlichen Calibers von der Iliaca externa in Rücksicht des Anlegens einer Ligatur an diese Arterie im Falle eines Aneurysma nicht ohne Wichtigkeit ist, so theile ich auch die von mir an einem Individuum beobachteten und in meiner Sammlung aufbewahrten beiden Fälle der Duplicität der Circumflexa ilei interna mit, bei der die hintere Arterie in einer bis jetzt noch nie gesehenen Höhe über dem Arcus cruralis von der Iliaca externa abging (Fig.).

Die Iliaca externa dextra ist 3 Z. 10 Lin. (Par. M.) lang. Die Epigastrica inferior geht vorn und innen von der Iliaca externa, 5 Lin. über dem Arcus cruralis ab. Die Circumflexa ilei interna anterior (inferior), welche die normale Arterie vertritt, ist 1 1/3 Lin. dick. Sie entsteht von der lateralen Wand der Iliaca externa 3 Lin. über dem Arcus cruralis, verläuft auf bekannte Weise, giebt während des Verlaufes längs des letzteren zwei Zweige dem M. transversus abdominis und theilt sich über und hinter der Spina ilei anterior superior an der Crista ilei in ihre zwei Endäste. Diese durchbohren den M. transversus abdominis, gelangen zwischen diesen und den M. obliquus internus abdominis und endigen

---

1) Op. cit. p. 400, 457. Not. — Atlas. Pl. 65. Fig. 4. Nr. 5. Table p. 375. Cas. 89. L., 147. R. p. 400. — Atlas. Pl. 65. Fig. 5; Nr. 6†.

nach kurzem Verlaufe mit Zweigen für beide Muskeln. Der aufsteigende Ast ist stärker als der über der Crista ilei nach rückwärts ziehende und mit der überzähligen Circumflexa anastomosirende quere Ast. Die supernumeräre Circumflexa ilei interna posterior (superior) ist 1 Lin. dick. Sie entspringt von der lateralen Wand der Iliaca externa 1 Z. 4 L. unter deren Anfange, oder unter der Partition der Iliaca communis in ihre beiden Aeste, 2 Z. über der Circumflexa anterior und 2 Z. 4—5 Lin. über dem Arcus cruralis. Sie verläuft von zwei Venen begleitet, zwischen zwei Blättern der Fascia iliaca über dem M. ileo-psoas und Nervus cruralis fast parallel der Circumflexa anterior quer und geschlängelt durch die Fossa iliaca dextra nach auswärts, erreicht die Crista ilei $1^3/_4$ Z. hinter der Spina ilei, durchbohrt den M. transversus abdominis über der Crista ilei, steigt zwischen diesem Muskel und dem M. obliquus internus abdominis aufwärts und endigt in denselben. Auf ihrem Verlaufe giebt sie einen starken Ast dem M. psoas, vordere und hintere Zweige dem M. iliacus internus und, nachdem sie den M. transversus abdominis durchbohrt hat, über der Crista ilei einen vorderen.

Die Iliaca externa sinistra (*b*) ist 3—$3^1/_4$ Z. lang, also kürzer als die I. e. dextra in Folge der Theilung der Iliaca communis sinistra an einer tieferen Stelle als die I. c. dextra Die Epigastrica inferior (*d*) entsteht auf gewöhnliche Weise von der Iliaca externa, 2 Z. 9 Lin. unter der Partition der Iliaca communis, einige Lin. über dem Arcus cruralis. Die Circumflexa ilei interna anterior (inferior) (*e*) ist 1 Lin. dick. Sie entsteht von der lateralen Wand des Endes der Iliaca externa, gleich über dem Arcus cruralis, verläuft wie die normale Circumflexa ilei interna und endigt mit einem kurzen und schwachen Ramus ascendens und transversus. Die supernumeräre Circumflexa ilei interna posterior (superior) (*e'*) ist $1^1/_2$ Lin. dick. Sie entsteht von der lateralen Wand der Iliaca externa nur 7—8 Lin. unter deren Anfange aus der Iliaca communis, 2 Z. 3 Lin. über der Circumflexa anterior und etwa 2 Z. 6 Lin. über dem Arcus cruralis, somit etwa unter dem oberen Sechstel der Länge der

Iliaca externa. Sie läuft, wie die gleichnamige Arterie der anderen Seite geschlängelt, fast parallel der Circumflexa anterior und dem Arcus cruralis, quer durch die Fossa iliaca sinistra nach auswärts, giebt auf diesem Wege dieselben Aeste wie die Arterie der rechten Seite ab, erreicht die Crista ilei 2 Z. hinter der Spina ilei anterior superior und theilt sich daselbst in zwei End-Aeste, welche den M. transversus abdominis durchbohren, zwischen diesem und dem M. obliquus internus abdominis 2 Z. weit über der Crista ilei aufwärts steigen, in diesen Muskeln und im M. obliquus externus sich verzweigen. Ein Zweig des vorderen Astes geht mit der Circumflexa anterior und ein Zweig des hinteren Astes mit der Ileolumbalis eine Anastomose ein, welche letztere Arterie, die die Sacralis lateralis superior abgiebt, von dem hinteren Aste der Hypogastrica enspringt und übrigens wie gewöhnlich sich verhält.

Erklärung der Abbildung.

Linke Beckenhälfte.

a Arteria iliaca communis. *b* Arteria iliaca externa. *c* Arteria iliaca interna und deren Aeste. *d* Arteria epigastrica inferior. *e* Arteria circumflexa ilei interna anterior (inferior). *e'* Arteria circumflexa ilei interna posterior (superior) — supernumerär. *α* Deren Ast zum Musculus psoas major. *f* Nervus cruralis. *g* Nervus obturatorius.

Anomaler Verlauf des Nervus medianus vor dem Musculus pronator teres, bei Durchbohrung des letzteren durch die hoch oben am Oberarme von der Arteria brachialis entsprungene Arteria interossea.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St.-Petersburg.

(Hierzu Taf. XVI. C.)

Der hohe Ursprung der Arteria interossea von der Axillaris oder Brachialis kommt selten vor. Es haben Chr. G. Ludwig[1]), Fr. Hildebrandt[2]), Fr. Tiedemann[3]), Fr. W. Theile[4]), Demeaux[5]), Bourgery[6]), J. Cruveil-

1) De variantibus arteriae brachialis ramis in aneurysmatis operatione attendendis. Lipsiae 1865. 4°. p. 7.

2) Lehrb. d. Anat. d. Mensch. Bd. 4. Braunschw. 1800. S. 109.

3) Tab. art. corp. hum. Carlsruhae 1822. Fol. Tab. XV. Fig. 3.

4) S. Th. Sömmering, Lehre v. d. Gefässen. Leipzig 1841. S. 154.

5) Bull. de la soc. anat. de Paris ann. 18. Paris 1843. p. 72.

6) Anat. descr. ou physiol. Tom. IV. Paris 1851. Fol. Pl. 38. Fig. 3.

hier[1]), H. Luschka[2]) u. A.[3]) je einen Fall; M. Münz[4]) 2 Fälle; E. A. Lauth[5]) 3 Fälle; J. M. Dubrueil[6]) 5 Fälle und Rich. Quain[7]) 7 Fälle beobachtet, beschrieben, oder nur in Kürze erwähnt, oder nur abgebildet. Unter diesen 7 Fällen hatte Quain 3 (1 mit Ursprung aus der Axillaris, 2 mit Ursprung aus der Brachialis) gelegentlich, 4 bei geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen (1 Mal aus der Axillaris unter 444 Armen und 3 Mal aus der Brachialis unter 481 Armen) angetroffen. Unter allen diesen Fällen kam die Interossea aus der Axillaris 7 Mal (Lauth 2, Theile, Quain 2, Dubrueil 2) und aus der Brachialis 18 Mal (Ludwig, Hildebrandt, Münz 2, Tiedemann, Lauth, Demeaux, Quain 5, Dubrueil 3, Bourgery, Cruveilhier, Luschka). In 10 Fällen (Cruveillhier, Demeaux, Hildebrandt, Lauth 1, Ludwig, Luschka, Quain 3, Theile) war die Seite des Vorkommens nicht angegeben worden, unter den übrigen 15 Fällen kam sie rechts 8 Mal (Bourgery, Dubrueil 2, Lauth 1, Quain 3, Tiedemann) und links 7 Mal (Dubrueil 3, Lauth 1, Münz 2, Quain 1) vor. Beiderseitig trat sie 2 Mal und zwar 1 Mal (Lauth) bei Ursprung aus der Axillaris, 1 Mal (Dubrueil) rechts mit Ursprung aus der Axillaris und

---

1) Traité d'anat. descr. Tom. III. Par. 1851. S. 695.

2) Die Anat. d. Mensch. Bd. 3. Abth. 1. (Glieder.) Tüb. 1865. S. 211.

3) z. B. A. B. Winkler bei: A. Haller. Icon. anat. fasc. VI. Göttingae 1753. Fol. p. 30. —; Barclay u. Monro bei J. Fr. Meckel. Deutsch. Arch. f. d. Physiol. Bd. 2. 1816. S. 129. u. Handb. d. menschl. Anat. Bd. 3. Halle u. Berlin 1817. S. 186. — u. w. n. A. (Man citirt auch Sabatier u. Sandifort als Beobachter, was unrichtig ist.)

4) Handb. d. Anat. d. menschl. Körpers. Th. 2. Landshut 1821 8°. S. 539. Atlas. Fol. Taf. 13. Fig. 7.

5) „Anomalies dans la distribution des artères de l'homme“. — Mém. de la soc. d'hist. nat. de Strasbourg. Tom. I. 1830. 4°. p. 50. (8.)

6) Des anomalies artèrielles. Paris 1847. 8°. p. 129, 168. Atlas 4°. Pl. 6. Fig. 1.

7) The anatomy of the arteries of the human body. Lond. 1844. 4°. p. 188. Table Cas. 186; p. 235. Table Cas. 150, 262, 278; p. 261, 331. — Atlas. Fol. Pl. 33. Fig. 1, 2, 3; Pl. 35. Fig. 4; Pl. 41. Fig. 5.

Armen eines Individuums ($^1/_9$ d. F.), selten am linken Arme links mit Ursprung aus der Brachialis; einseitig 21 Mal auf. Von 2 Armen mit dieser Abweichung ist bemerkt, dass sie Leichen von Frauen angehört hatten.

Ich habe die Interossea während 25 Jahren an 9 männlichen Leichen 1 Mal beiderseits und 8 Mal einerseits, also in 10 Fällen (öfterer als jeder andere Anatom), hoch entspringen gesehen. 5 Mal entsprang sie aus der Axillaris und 5 Mal aus der Brachialis; 9 Mal kam sie an rechten Armen und nur 1 Mal am linken Arme vor; in dem Falle beiderseitigen Vorkommens entstand sie rechts aus der Axillaris und links aus der Brachialis. In 3 Fällen ihres Ursprunges aus der Axillaris am rechten Arme kam am linken Arme 1 Mal die Ulnaris aus der Axillaris, 1 Mal dieselbe Arterie aus der Brachialis und 1 Mal ein Vas aberrans zwischen der Axillaris und Radialis vor. Den ersten Fall habe ich vor mehr als 20 Jahren in Prag, den letzten 1867 in St.-Petersburg beobachtet. 4 Fälle, d. i. vor 1847 (Prag), 1856, 1863 und 1867 (St.-Petersburg) habe ich gelegentlich, 6 Fälle (von 5 Leichen) aber bei geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen von 1900 Armen (von 950 Leichen) angetroffen und zwar 5 Fälle unter 1200 Armen (von 600 Leichen), die ich vor 1852 zur Bestimmung der Häufigkeit des Vorkommens der Arterienanomalien untersuchte und 1 Fall unter 700 Armen (von 350 Leichen), die ich 1854—1856 zur Ausmittelung mannigfacher Verhältnisse einer Untersuchung unterzog.

Aus den angegebenen Resultaten fremder und eigener Erfahrung kann geschlossen werden:

1) Die Interossea entspringt selten hoch oben in der Achselhöhle oder am Oberarme — Andere, und in $^1/_{190}$ d. Leichen u. in $^1/_{316}$—$^1/_{317}$ d. Arme — Gruber.

2) Dieselbe kommt um mehr als $^1/_3$ d. F. häufiger aus der Brachialis als aus der Axillaris — Andere —; oder gleich häufig aus der Axillaris und Brachialis — Gruber.

3) Dieselbe kommt selten an beiden Armen eines Individuums (etwa $^1/_{12}$ d. F.) und anscheinend fast gleich häufig am rechten und linken Arme — Andere —, oder selten an beiden

($^{1}/_{10}$ d. F.), meistens am rechten Arme ($^{9}/_{10}$ d. F.), — Gruber — vor.

4) Mit dem hohen Ursprunge der Interossea an dem einen Arme treten ziemlich häufig ($^{1}/_{3}$ d. F.) Anomalien anderer Arterien am anderen Arme auf — Gruber.

5) Der hohe Ursprung der Interossea ist bei Frauen auffallend seltener als bei Männern beobachtet worden, aber wohl nur deshalb, weil weibliche Leichen nicht so häufig (wenigstens in St.-Petersburg) zur Verfügung standen wie männliche.

Die von mir bis 1852 beobachteten 6 Fälle hohen Ursprunges der Interossea habe ich veröffentlicht[1]).

Von den übrigen 4 Fällen haben 3 Nichts an sich, was nicht schon gekannt wäre, 1 aber und der letzte im März 1867 an dem rechten Arme eines Mannes beobachtete Fall ist durch die Durchbohrung des anomal hoch entsprungenen M. pronator teres von Seite der Interossea, namentlich aber durch einen anomalen Verlauf des Nervus medianus vor dem genannten Muskel (Fig.) ausgezeichnet. Die gewöhnlichen 3 Fälle werde ich daher übergehen, über den letzten 4. (10.) merkwürdigen Fall aber nachstehende Beschreibung liefern.

Die Axillaris und ihre Aeste verhalten sich normal.

Die 2$^{1}/_{2}$ Lin. dicke Brachialis (*a*) theilt sich 2 Z. 9 Lin. unter ihrem Anfange und 4 Z. über dem Epitrochleus, also unter ihrem oberen Drittel, in die Radio-ulnaris und Interossea, wovon erstere lateralwärts, letztere medianwärts im Sulcus bicipitalis internus brachii abwärts steigt.

Die 2$^{1}/_{4}$ Lin. dicke Radio-ulnaris (*b*) theilt sich in der Höhe des Anfanges der Sehnen des M. biceps brachii und $^{1}/_{2}$ Z. über dem Epitrochleus in die Radialis und Ulnaris superficialis. Die Radialis (*d*) zieht hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii vorbei, läuft und verästelt sich im Sulcus radialis des Unterarmes und am Rücken der Hand-

---

1) W. Gruber: Neue Anomalien. Berlin 1849. 4°. S. 34, 36. — Abhandlungen a. d. menschl. u. vergl. Anatomie. St.-Petersb. 1852. 4°. Abh. VIII. S. 138. Taf. III. Fig. 2.

wurzel auf gewöhnliche Weise. Bevor sie sich unter den Sehnen des M. abductor longus und Extensor minor pollicis versteckt, giebt sie einen starken Ast für die Muskeln des Daumenballens ab, welcher mit der Digitalis volaris radialis pollicis anastomosirt; und bevor sie am Rücken der Hand den M. interosseus externus I. durchbohrt, giebt sie eine starke Metacarpea dorsalis I. ab, welche eine schwache Digitalis dorsalis radialis dig. indicis absendet und mit der Digitalis volaris ulnaris pollicis von dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris superficialis communicirt und die Rückenwurzel der ersteren darstellt. Nachdem sie den M. interosseus externus I. durchbohrt hatte, giebt sie einen Ast ab, welcher sich in die Digitalis volaris radialis und ulnaris pollicis spaltet und theilt sich 3 Lin. weiter in 2 Aeste, in den Ramus communicans und in eine Digitalis communis. Der Ramus communicans vereinigt sich mit dem Ramus volaris profundus der Ulnaris superficialis zum Arcus volaris manus profundus. Die 12—14 Lin. lange Digitalis communis theilt sich über der Articulatio metacarpophalangea des Zeigefingers in 2 Aeste, in die Digitalis volaris radialis dig. indicis und in die Digitalis volaris communis I., welche wieder in die D. v. ulnaris dig. indicis und in die D. v. radialis dig. medii sich spaltet.

Die Ulnaris superficialis (*e*) verläuft zuerst neben dem medialen Rande des aponeurotischen Fascikels der Sehne des M. biceps brachii, dann wie in anderen Fällen am Unterarme zwischen zwei Blättern jenes Fascikels und der Unterarmaponeurose oberflächlich herab, kreuzt die Sehne des M. palmaris longus von hinten und erreicht $3^1/_2$ Z. über der Handwurzel den Sulcus ulnaris. Hier giebt sie 1 Z. über der Handwurzel den Ramus dorsalis ab, welcher 5 Lin. vom Ursprunge durch einen 2 Z. 9 Lin. langen und $^1/_2$—1 Lin. dicken Ast mit der Interossea interna, bevor diese unter dem M. pronator quadratus sich versteckt, durch Inosculation sich vereinigt. Sie steigt nun als Ramus volaris auf bekannte Weise in die Hohlhand herab, giebt zuerst einen Ramus muscularis und dann am Rande des M. opponens digiti minimi den Ramus volaris profundus, der mit der Radialis communicirt und den Arcus volaris manus

profundus bildet. Sie krümmt sich endlich als Ramus volaris superficialis lateralwärts und endigt mit zwei Aesten. Der laterale Ast nimmt zuerst die Mediana antibrachii profunda, wodurch der Arcus volaris manus superficialis zu Stande kommt, später die Metacarpea dorsalis I. von der Radialis auf und endigt als Digitalis volaris ulnaris pollicis. Der mediale Ast communicirt mit der Digitalis volaris communis I. aus der Radialis. Aus der Convexität des Arcus volaris manus superficialis entsteht zuerst die Digitalis volaris ulnaris dig. V., dann die Digitales communes dig. III. und II., welche die Digitales für die Radialseite des kleinen Fingers, für beide Seiten des Ringfingers und für die Ulnarseite des Mittelfingers abgiebt.

Die Radio-ulnaris dieses Falles hatte daher Nichts an sich, was nicht schon anderweitig beobachtet worden wäre.

Die Interossea (*c*) geht unter einem spitzen Winkel von der medialen Seite der Brachialis ab. Sie steigt etwas schwach gekrümmt im Sulcus bicipitalis internus medianwärts von der Radio-ulnaris und von deren medialem Aste, Ulnaris superficialis, herab. Entsprechend der Stelle der Theilung der Radio-ulnaris liegt sie 5—6 Lin. von dieser, später von der Ulnaris superficialis nur 4 Lin. medianwärts. Sie dringt $3^1/_2$ Z. unter ihrem Ursprunge am Oberarme und 6 Lin. unterhalb der Theilung der Radio-ulnaris in diese und in die Radialis, von vorn her durch den M. pronator teres (*5*), welcher anomaler Weise auch noch $1^1/_3$—$1^1/_2$ Z. über dem Epitrochleus aufwärts vom Ligamentum intermusculare mediale und Angulus medialis brachii entspringt und 4 Lin. unter seinem oberen Rande und 6—9 Lin. von seinem Ursprunge lateralwärts, eine von fibrösem Gewebe austapezirte Spalte (*) besitzt. Nachdem sie 3 Z. lang unter dem M. pronator teres ihren Verlauf fortgesetzt hat, theilt sie sich in die Interossea interna und I. externa. 9 Lin. über der Durchbohrung des M. pronator teres giebt sie die Collateralis ulnaris inferior (*a*), 6 Lin. über ihrer Theilung die Recurrens ulnaris, und gleich über ihrer Theilung die starke Mediana antibrachii profunda ab, welche den Arcus volaris manus superficialis bilden hilft. Die Recurrens ulnaris schickt die rudimentäre Ulnaris propria (profunda) (*8*) ab und die In-

terossea interna giebt über dem M. pronator quadratus und bevor sie durch das Ligamentum interosseum auf den Rücken des Unterarmes tritt, einen Ast ab, der, wie oben angegeben, mit dem Ramus dorsalis der Ulnaris antibrachii superficialis durch Inosculation sich vereinigt.

Abgesehen von dem Verlaufe durch eine Spalte des M. pronator teres, was meines Wissens bis jetzt nur noch von Fr. Tiedemann[1]) in einem Falle bei Vorkommen eines supernumerären und vom Processus supracondyloïdus humeri entsprungenen Kopfes des M. pronator teres und von Bourgery[2]) gesehen worden war, weiset die Interossea Nichts auf, was unbekannt wäre.

Der Nervus medianus (*g*) läuft im oberen Theile des Sulcus bicipitalis internus an der lateralen Seite der Brachialis abwärts, kreuzt dann die Radio-ulnaris (*b*) von hinten und kommt im unteren Theile des Sulcus zwischen diese und die Interossea (*c*) zu liegen. Er steigt an letzterer zuerst lateralwärts herab, später kreuzt er auch diese, aber von vorn, um an ihre mediale Seite zu treten, bevor sie den M. pronator teres durchbohrt. Anstatt nun die Ellenbogenregion hinter dem M. pronator teres oder durch diesen zu passiren, setzt der Nerv seinen Verlauf durch die vordere Ellenbogenregion vor dem M. pronator teres (*5*) fort. Der Nerv kreuzt nämlich den M. pronator teres in einer Strecke von $2^1/_2$ Z. von vorn und so, dass er zuerst in einer Länge von $1^1/_2$ Z. unter der Unterarmaponeurose, parallel der Ulnaris superficialis (*e*) und von dieser und der Spitze des Epitrochleus gleich weit (6 Lin.) entfernt, später 1 Z. lang, zwischen ihm (hinten) und dem M. radialis internus (*6*) (vorn von diesem bedeckt) liegt. $1^1/_2$ Z. unter dem Epitrochleus tritt endlich der Nerv durch eine elliptische Spalte, zwischen dem M. pronator teres und dem Humeralkopfe des M. flexor digitorum sublimis in die Tiefe, um unter letzteren Muskel zu gelangen. Von da an verhält er sich normal. Nachdem er den Ramus

1) L. c.
2) L. c.

interosseus internus abgegeben hat, wird er von der starken Mediana antibrachii profunda von hinten nach vorn durchbohrt, welche ihn, auf seiner Volarseite gelagert, bis in die Hohlhand begleitet.

Ich habe in der Literatur nach einem ähnlichen Falle vergebens gesucht, glaube daher annehmen zu dürfen, dass der vielleicht auch in praktisch-med.-chir. Beziehung berücksichtigungswerthe Verlauf des Nervus medianus in der Ellenbogenregion vor dem M. pronator teres bis jetzt noch nicht beobachtet worden war.

Erklärung der Abbildung.

Vordere Oberarm-, Ellenbogen- und Unterarmregion der rechten Extremität eines Mannes.

1 Musculus biceps brachii, *2* Musculus brachialis internus, *3* Musculus triceps brachii, *4* Musculus brachio-radialis, *5* Musculus pronator teres, *6* Musculus radialis internus, *7* Musculus palmaris longus, *8* Musculus ulnaris internus, *9* Musculus flexor digitorum sublimis. *a* Arteria brachialis, *b* Arteria radio-ulnaris, *c* Arteria interossea, *d* Arteria radialis, *e* Arteria ulnaris superficialis, *f* Ramus superficialis nervi radialis, *g* Nervus medianus, *h* Nervus ulnaris. *α* Arteria collateralis ulnaris inferior, *β* Arteria collateralis ulnaris superior, *γ* Arteria ulnaris propria (profunda) — rudimentär —. (*) Spalte im M. pronator teres zum Durchtritte der A. interossea.

Ueber den anomalen Verlauf des Nervus ulnaris vor dem Epitrochleus.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St.-Petersburg.

(Hierzu Taf. XVI. D.)

Der Nervus ulnaris befindet sich in der vorderen Oberarmregion nur am oberen Theile derselben. Er liegt daselbst im Sulcus bicipitalis internus median- und rückwärts von dem Nervus medianus und den Vasa brachialia, ganz oben auch zwischen diesen und dem Nervus radialis. Er gelangt in die vordere Unterarmregion nicht durch den unteren Theil des Sulcus bicipitalis internus und die vordere Ellenbogenregion. Der Nerv durchbohrt nämlich das Ligamentum intermusculare internum brachii in verschiedener Höhe (2—4$^1/_2$ Z. über dem Epitrochleus, unter der Mitte (meistens) oder an, aber auch über der Mitte des Abstandes des Epitrochleus vom Rande der hinteren Wand des Cavum axillare), wodurch er hinter dasselbe in die Scheide der Armaponeurose für den M. triceps brachii, also in die hintere Oberarmregion, kommt. Er zieht hier auf dem M. anconeus internus, den er, namentlich nach Durchbohrung des genannten Ligamentum, oft streckweise durchsetzt, in den Sulcus epitrochleo-anconeus der hinteren Ellenbogenregion herab, wo er in $^1/_3$—$^1/_4$ der Fälle durch den zu seinem Schutze hinübergespannten M. epitrochleo - anconeus [1]) bedeckt wird.

1) W. Gruber. Ueber den Musculus epitrochleo-anconeus des

Nachdem er diesen Sulcus und darunter die winklige Lücke zwischen den Ursprüngen beider Köpfe des M. ulnaris internus passirt hat, versteckt er sich unter letzterem Muskel und nachdem er dessen Humeralkopf gekreuzt hat, kommt er in den Sulcus ulnaris der vorderen Unterarmregion zu liegen. Er wird auf diesem Wege zuerst von dem Stamme der Art. collateralis ulnaris superior, dann von diesem oder doch von einem Aste desselben; über dem Epitrochleus vom hinteren Aste der Art. collateralis ulnaris inferior, im Sulcus epitrochleo-anconeus von der Art. recurrens ulnaris posterior und den entsprechenden Venen begleitet. Er giebt auf diesem Wege in der Regel keinen Ast ab. Ist aber der M. epitrochleo-anconeus zugegen, so kommt von ihm am Oberarme immer der Ramulus ad M. epitrochleo-anconeum, wie ich nachgewiesen habe. Es ist somit die Behauptung von Cruveilhier u. A. unrichtig, dass der Nervus ulnaris am Oberarme niemals einen Ast abgebe. Der Ramus collateralis ulnaris nervi radialis zum unteren Theile des M. anconeus internus und bisweilen zur Ellenbogengelenkkapsel, wie ich bestimmt sah, ist dem Nervus ulnaris nur eine sehr lange Strecke angeschlossen, kommt daher nicht von letzterem Nerven, sondern sicher nur vom Nervus radialis, wie zuerst Cruveilhier[1]), später Bourgery[2]), der aber von Cruveil-

---

Menschen und der Säugethiere. Mit 3 Taf. — Mém. de l'Acad. Imp. des sc. de St.-Pétersbourg. Sér. VII. Tom. X. Nr. 5; Besond. Abdruck. St.-Petersburg, Riga u. Leipzig 1866. 4°.

1) Anat. descr. Tom. II. Bruxelles 1837. p. 350. — Traité d'anat. descr. édit. 3. Tom. IV. Par. 1852. p. 527. „Le cubital ne donne aucune branche au bras, (wie angegeben, nicht für alle Fälle richtig) l'erreur (für die Regel) des anatomistes, qui ont avancé le contraire, vient de ce que la branche du vaste interne, qui vient du radiale, s'accole au nerf cubital dans une assez grande partie de son trajet, si bienqu'il semblerait, au premier abord, qu'elle se détache de ce dernier nerf."

2) Traité compl. de l'anat. de l'homme. Tom. III. Par. 1844. Fol. p. 263. Pl. 59. Fig. 1. Nr. 14.

hier entlehnt und den Ast abgebildet hat, Sappey[1]) und W. Krause[2]), der anzuführen vergessen hat, dass Cruveilhier jene Anordnung längst vor ihm gekannt habe, dargethan haben.

Ausnahmsweise bleibt der Nervus ulnaris auch unten in der vorderen Oberarmregion und setzt durch die vordere Ellenbogenregion in die vordere Unterarmregion abwärts (Fig.). In solchen Fällen steigt der Nervus ulnaris (*a*) durch die ganze Länge des Sulcus bicipitalis unter der Armaponeurose herab, durchbohrt diese über dem M. pronator teres, kommt in der vorderen Ellenbogenregion unter die Haut in die Fascia superficialis zu liegen kreuzt daselbst den vereinigten Ursprung der Mm. pronator teres, radialis internus, palmaris longus und flexor digitorum sublimis (*4—7*) 4—6 Lin. lateralwärts von der Spitze des Epitrochleus (†), endlich dringt er 9—12 Lin. unter dem Epitrochleus, unter den M. ulnaris internus, um den Sulcus ulnaris der vorderen Unterarmregion zu erreichen und in diesem auf gewöhnliche Weise zu verlaufen. Unter den M. ulnaris internus gelangt er entweder durch eine anomale elliptische Spalte (*) im Humeralkopfe oder durch die gewöhnliche winklige Lücke zwischen den Ursprüngen des Humeral- und Ulnarkopfes desselben. Er liegt auf diesem ungewöhnlichen Wege im Sulcus bicipitalis internus medianwärts von dem Nervus medianus (*b*) und am inneren Muskelvorsprunge der vorderen Ellenbogenregion medianwärts von der Vena basilica, von welchen beiden er im Abwärtssteigen divergirt. Es wird dabei immer von einer Arterie (*α*), welche zwei Venen neben sich hat, begleitet. Diese Arterie ist ein Ast der Art. collateralis ulnaris inferior oder der an ihren Enden vereinigten Art. collateralis ulnaris inferior der gewöhnlichen Fälle, der aber in letzteren Fällen mit der Art. recurrens ulnaris an-

1) Traité d'anat. descr. Tom. II. Par. 1842. p. 351.

2) Beitr. z. system. Neurologie d. menschl. Armes. — Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Medicin v. C. B. Reichert u. du Bois-Reymond. Leipz. 1864. S. 349.

terior anastomosirt. Die Arterie dringt mit dem Nerven durch die angegebenen Lücken im M. ulnaris internus und anastomosirt ebenso mit der Art. recurr. uln. post., wie der hintere Ast der Art. collateralis ulnaris inferior, oder der Endast der Art. c. u. superior, oder ein aus der Anastomose beider entstandener Ast mit ersterer im Sulcus epitrochleo-anconeus.

Ich habe den beschriebenen anomalen Verlauf des Nervus ulnaris im verflossenen Jahre in 3 Fällen: an dem rechten Arme der Leiche eines Knaben und an beiden Armen der Leiche eines Mannes gesehen. Die 3 Präparate habe ich in meiner Sammlung aufbewahrt. An 200 Leichen, welche ich darauf auf das etwaige Vorkommen dieser merkwürdigen Abweichung untersuchte, fand ich sie nicht wieder, sie muss somit nur selten vorkommen. Nur am rechten Arme des Knaben drang der Nervus ulnaris durch eine elliptische Spalte im Humeralkopfe des M. ulnaris internus unter diesen (Fig.). Die Spalte (*) begann 2—3 Lin. unter dem Epitrochleus, war 6 Lin. lang und bis 3 Lin. weit. In diesem Falle wurde der Nerv auch durch einen schwachen und schmalen Streifen (*e*) der Armaponeurose in seiner Lage von den angegebenen Muskeln der vorderen Ellenbogenregion erhalten. Der M. epitrochleo-anconeus, welchen ich bei vielen Säugethieren als constant, bei dem Menschen wenigstens als die häufigst vorkommende Muskelanomalie der oberen Extremität nachgewiesen und namentlich bei letzterem hauptsächlich als zum Schutze des Nervus ulnaris im Sulcus epitrochleo-anconeus vor Druck bestimmt dargethan habe, fehlte in allen 3 Fällen, als ob er, wegen Mangel des Nervus ulnaris im Sulcus epitrochleo-anconeus, nicht nöthig gewesen wäre.

Der anomal verlaufende Nervus ulnaris kann in der vorderen Ellenbogenregion durch die Haut hindurch gefühlt werden. Die Abweichung ist in praktisch med.-chir. Beziehung berücksichtigungswerth.

Erklärung der Abbildung.

Vordere Ellenbogenregion des rechten Armes eines Knaben.

1 Musculus biceps brachii, *2* Musculus triceps brachii, *3* Musculus brachio-radialis, *4* Musculus pronator teres, *5* Musculus radialis internus, *6* Musculus palmaris longus, 7 Musculus flexor digitorum sublimis, *8* Musculus ulnaris internus, *8'* Humeralkopf, *8''* Ulnarkopf desselben.

a Nervus ulnaris, anomaler Weise durch den unteren Theil des Sulcus bicipitalis internus und die vordere Ellenbogenregion verlaufend. *b* Nervus medianus. *c* Vena basilica mit zwei Aesten des Nervus cutaneus brachii medius (durchschnitten). *d* Ligamentum intermusculare internum brachii. *e* Streifen der Armaponeurose, welcher den Nervus ulnaris in der vorderen Ellenbogenregion in seiner Lage erhält. *α* Vorderer Ast der Arteria collateralis ulnaris inferior, welcher den Nervus ulnaris durch die vordere Ellenbogenregion begleitet. *α'* Hinterer Ast dieser Arterie, *β* Endast der Arteria collateralis ulnaris superior. *γ* Arteria recurrens ulnaris posterior. (*) Elliptische Spalte im Humeralkopfe des M. ulnaris internus zum Durchtritte des anomal verlaufenden Nervus ulnaris und der diesen begleitenden Vasa. (**) Sulcus epitrochleo-anconeus. (†) Epitrochleus. (‡) Olecranon.

Ueber den Peritonealüberzug der Milz und das Ligamentum pleurocolicum.

(Beitrag zur Anatomie des Bauchfells.)

Von

Dr. Bochdalek jun.,
Prosector an der Universität zu Prag.

(Hierzu Taf. XVII. A.)

So viel auch schon das Bauchfell durchforscht, in fast allen anatomischen Werken mehr oder weniger ausführlich und gründlich behandelt, und sowohl als Ganzes für sich, als auch hinsichtlich seines Verhaltens in einzelnen Regionen und zu gewissen Eingeweiden zum Gegenstande zahlreicher Schriften und spezieller Abhandlungen gemacht wurde, so giebt es, wie ich mich durch eigene Anschauung in Folge eingreifender Untersuchungen überzeugt habe, denn doch noch Partien dieser serösen Membran, deren Verhältnisse nicht hinreichend klar und deutlich geschildert und deren Beschreibungen theils mangelhaft, hie und da selbst unrichtig sind, wie dies namentlich bei der serösen Umhüllung der Milz und dem Lig. pleurocolicum zur vollen Geltung kommt, wesshalb ich nicht unterlassen konnte, diese Region des Bauchfells gründlicher zu revidiren und einzelne dem naturgemässen Sachverhalte entschieden nicht entsprechende und nur verworrene Begriffe erzeugende, aber als feststehend aufgestellte Behauptungen über diese ohnehin sehr zusammengesetzte und dem Anfänger schwer verständliche seröse Membran, theilweise zu berichtigen, theilweise auch zu widerlegen.

Sämmtliche, ältere wie neuere, anatomische Schriftsteller stimmen in zwei Punkten vollkommen überein, dass die Milz, erstens einen vollständigen (nach anderen einen nur fast vollständigen) serösen Ueberzug besitze, welcher aller Orten fest mit der darunter liegenden fibrösen Haut verwachsen ist und nur am Hilus, nach anderen auch an einer schmalen Stelle des hinteren Randes fehle und zweitens, dass die Vasa lienalia sammt den Nerven im Ligamentum gastrolienale eingeschlossen, zum Hilus der Milz verlaufen.

Ob nun diese zwei hier angeführten Cardinalpunkte richtig und naturgemäss, oder aber, ob sie es nicht und inwiefern sie es nicht sind, dies zu erörtern will ich in nachfolgenden Zeilen versuchen.

Vorher möge es mir jedoch gestattet sein, einige wenige Citate über den mir vorliegenden Gegenstand als Einleitung voranzuschicken, welche den Werken neuerer Autoren entlehnt, mir zum richtigen Verständniss des Folgenden nothwendig erschienen. Ich will zuerst E. Huschke anführen, der in seiner Eingeweidelehre (Umarbeitung von Samuel Thomas Sömmering's Lehre von den Eingeweiden) am umfangreichsten über diesen Gegenstand sich ausgebreitet hat und der zunächst über den ersten Punkt, nämlich den serösen Ueberzug der Milz betreffend, S. 175 sagt: „Die äussere seröse Haut ist eine vom Bauchfell abstammende Scheide, welche die Milz so vollständig umgiebt, dass nur der Gefässauschnitt und ein Theil ihres hinteren Randes keinen Ueberzug von ihr erhält und die Milz also scheinbar noch mehr innerhalb des Bauchfellsackes liegt, als die Leber. Sie kommt vom Magenmilzbande her, dessen zwei Platten an den Gefässausschnitt gelangt, sich entfalten und um die Oberfläche der zweiten Haut herumgehen, die vordere über den vorderen Theil der hohlen Fläche den vorderen Rand, die äussere Fläche und endlich auch den grössten Theil des stumpfen Randes, worauf sie von der Milz nach aussen abgeht, und sich knapp oder auch mit ein paar queren Falten (Lig. splenorenalia) auf die zwei oberen Drittel der vorderen Fläche der linken Niere wirft. Die hin-

tere Platte bekleidet den kleinen hinteren Theil der hohlen Fläche, wirft sich, an den stumpfen Rand gekommen, nach rechts und geht in die hintere Wand des Netzbeutels über. Am oberen Ende geht sie in das dreieckige Aufhängeband über zum Zwerchfell. Die eigenthümliche innere oder faserige weisse Haut (Tunica propria) ist weit fester, als die seröse, mit welcher sie aber auf das Innigste zusammenhängt und nur frei wird am Hilus und einem Stück des hinteren Randes;" weiter Seite 173: „Während das Aufhängeband der Milz nur einen kleinen Ast der untern linken Zwerchfellspulsader einschliesst, der vom Zwerchfell zum Bauchfellüberzug der Milz herabgeht, so schliessen die vordere und hintere Platte des Magenmilzbandes alle Hauptgefässe und Nerven des Milzgewebes zwischen sich ein und führen sie dem Gefässeinschnitte zu, wo sie in das Milzgewebe eintreten. In sofern ist es das Gekröse der Milz und im Vergleiche mit der Leber dem kleinen Netze entsprechend"; ferner sagt Huschke S. 214 über das Magenmilzband (Lig. gastro-lienale): „es hat zwei Platten eine vordere und hintere, zwischen denen die zwischen beiden Organen laufenden Gefässe und Nerven ihren Platz haben, wie an einem Gekröse. Die vordere Platte kommt von der vorderen Fläche des Magens und begiebt sich, wenn sie die Milz erreicht hat, als deren seröse Haut über den vorderen Theil der inneren Milzfläche zum vorderen Rande und von da zur äusseren Fläche. Die hintere Platte kommt von der hinteren Fläche des Magens und begiebt sich vom Hilus zum hinteren kleineren Abschnitte der inneren Milzfläche, deren serösen Ueberzug sie bildet.

Aehnliches berichtet Friedrich Arnold in seinem Handbuche der Anatomie des Menschen 2. Bd. S. 122: „die seröse Haut ist Theil des Bauchfells, welches die Oberfläche der Milz genau überzieht und mit der darunter liegenden Faserhaut innig verwachsen ist, nur der Gefässausschnitt wird nicht vom Bauchfell bekleidet, sondern es schlägt sich hier der seröse Ueberzug in Form von zwei Platten als Magenmilzband über die Gefässe der Milz weg und

geht in die seröse Haut des Magens über"; weiter sagt derselbe Autor bezüglich der Gefässe S. 124: „diese liegen im Magenmilzbande mehr oder weniger regelmässig in einer Reihe übereinander."

Hubert Luschka (Anatomie des Menschen, 2. Bd. S. 159) lässt „den medialen Bezirk der Superficies gastrica der Milz" durch die Bursa omentalis bekleidet sein. Ferner sagt Luschka S. 167 desselben Bandes „das Lig. gastro-lienale stellt eine dem Laufe des Hilus der Milz folgende, die Arteriae, Venae und Nervi lienales einschliessende Dupplicatur dar" u. s. w.

Henle erwähnt in den bis nun im Druck erschienenen Systemen seiner Anatomie des Menschen, 2. Bd. S. 546, des serösen Ueberzuges der Milz nur flüchtig, sagt jedoch dieselbe sei rings vom Peritoneum umgeben.

Die hiermit angeführten, in ihren Werken ausgesprochenen Ansichten jener anatomischen Celebritäten über die peritoneale Umhüllung der Milz dürften genügen, da sie keinen Zweifel zulassen über die von Alters her und noch gegenwärtig bestehende Auffassungsweise des Verhaltens des Bauchfells der um die Milz befindlichen Partie dieser serösen Membran. Es erscheint mir aus diesem Grunde überflüssig, der Ansichten der älteren Anatomen weiter zu gedenken.

Ehe ich jedoch zu dem hier zu behandelnden Gegenstande selbst übergehe, halte ich, um dem serösen Ueberzuge der Milz genauere Grenzen anweisen zu können, es für nothwendig, vorher einige Bemerkungen über die Form und Gestalt der Milz, namentlich was deren Flächen und Ränder betrifft, voranzuschicken, umsomehr, da Hubert Luschka in seiner „Anatomie des Menschen" bei der bisher üblichen Eintheilung der Flächen dieses Organs einige Aenderungen vorgenommen und dadurch die einzelnen Gegenden der Oberfläche der in Rede stehenden Drüse schärfer markirt hat, obwohl zugegeben werden muss, dass es oft nicht recht möglich ist, bei einem so mannigfache Formen darbietenden Organe eine für alle Fälle bestimmte Norm anzugeben, eine für die beschreibende Anatomie überhaupt schwierig auszuführende Aufgabe, da doch mit nur äusserst wenigen Ausnahmen die Formen der einzelnen

Organe — selbst bei sonst normaler und nicht krankhafter Beschaffenheit — sich nur schwer in die ihnen gesteckten Grenzen zwängen lassen und sich leider nur zu viele, der beschreibenden Anatomie oft unbequeme Abweichungen erlauben.

Folgendes im Allgemeinen über die Gestalt der Milz.

Dieselbe ist ein abgeplattet elliptisches (Henle) Organ, an dem man zwei Flächen, zwei Ränder und zwei Enden unterscheidet.

Die äussere Fläche (Superficies convexa, externa, costalis, phrenica) ist gewölbt, steht mit der unteren Fläche des Rippentheils des Zwerchfells in Contact.

Die innere Fläche (Superficies interna, concava, gastrica), welche gegen den Blindsack des Magens, den linken Lendentheil des Zwerchfells und die Cauda pancreatis sieht, ist ausgeschweift und wird durch eine Reihe von oben nach unten übereinander liegender Oeffnungen, (ihren Hilus) in zwei Abtheilungen, eine vordere grössere und eine hintere kleinere getheilt. Dicht hinter den Oeffnungen des Hilus, manchmal mehrere Linien weiter rückwärts, liegt ein von oben nach unten herab verlaufender und meist gegen das untere Drittel der Milz an deren inneren Fläche sich verlierender mehr oder weniger deutlich ausgeprägter, stumpfer Rücken, welcher den hinteren dicken Rand der Milz von der inneren concaven Fläche derselben abgrenzt, und welchen Hubert Luschka mit dem Namen „Margo intermedius“ belegt.

Der vordere Rand (Margo anterior) ist gewöhnlich der schärfere, wird daher auch acutus, und da er zumeist mit verschieden tief greifenden Einschnitten und Einkerbungen versehen ist, auch Margo crenatus, seu cristatus, genannt.

Der hintere Rand (Margo posterior) ist dick und wulstig, daher er auch den Namen des stumpfen (Margo obtusus) trägt. Dieser ist es, welcher namentlich an die Vorderfläche der linken Nebenniere angrenzt, indess der vordere ganz frei ist.

Was die Enden des Organs betrifft, so wird in den meisten Handbüchern das obere als stumpfer und dicker, das untere als spitziger und dünner angeführt, gegen welche Annahme Luschka entschieden sich erklärt und gerade das umgekehrte Verhältniss

als die Regel aufstellen möchte und auch insofern Recht behalten mag, als dieser Autor selbst schon das untere Drittel des hinteren Randes, welcher fast immer mehr oder weniger schief von hinten und oben nach vorn und unten herabläuft und sich gegen sein Ende hin zuschärft, als dem unteren Ende der Milz angehörig, betrachtet; daher ihm dann ganz richtig das untere Ende der Milz als breiter erscheint, während andere Anatomen unter dem unteren Ende der Milz nur den einmal mehr oder weniger spitzigen, ein andermal etwas abgerundeten Winkel verstehen, welcher durch Zusammenfluss des Margo crenatus und des nach abwärts sich zu schärfenden Margo obtusus entsteht, und dann das untere Ende der Milz stets schmäler und mehr zugespitzt sich darstellt, als das obere. Es ist dies an und für sich keine Sache von grossem Belang und es will mir scheinen, dass die letztere Ansicht doch die richtigere sei, insofern als gerade dieser untere spitzere, seit jeher als unteres Ende der Milz betrachtete Winkel manchmal frei in der Bucht des Saccus lienalis ruht, was bei dem umfangreichen Bezirke des unteren Milzendes nach Luschka's Auffassung nicht der Fall zu sein pflegt.

Was nun den oberen Theil des Margo obtusus der Autoren betrifft, hat dieser — da er auch wirklich eher einer kleineren Fläche als einem Rande zu vergleichen ist, — für Luschka mehr die Bedeutung einer Fläche, welche er als „Superficies renalis“ bezeichnet, und welche einerseits von der concaven Milzfläche durch den Margo intermedius, andererseits durch den Margo obtusus, im engeren Sinne, von der convexen Fläche der Milz abgegrenzt wird. Es wird daher nur der vordere Umfang des stumpfen Milzrandes der Autoren, in der oberen Partie dieses Organes von Luschka als eigentlicher Margo obtusus bezeichnet. Was die Gefässe der Milz betrifft, zu welchen ich desgleichen eine kleine Abschweifung mir erlauben muss, so verläuft bekanntlich die Milzarterie nach ihrer Entstehung aus der Coeliaca anfangs längs des oberen Randes, manchmal auch unter dem oberen Rande, näher der hinteren Fläche des Körpers des Pancreas mehr oder weniger geschlängelt nach links gegen den Hilus der Milz, und spaltet sich

gegen denselben angekommmen, in sich nicht gleichbleibender Entfernung vom Gefässausschnitt, entweder zunächst in zwei grössere Aeste, welche sich abermals schnell theilen, oder aber sie zerfällt gleich in mehrere kleinere Aeste, welche in einer senkrechten Reihe übereinander gelegen, in die Oeffnungen des Hilus, welcher in manchen Fällen vom oberen bis gegen das untere Ende der Milz hin sich erstreckt, eintreten.

Entsprechend den Arterienästen treten nun die Venenzweige der Milz aus den Gefässöffnungen des Hilus abermals in einer senkrecht übereinanderstehenden Reihe hervor, um sich zu dem Stamm der Milzvene zu vereinigen, welche unter und hinter der Arterie an der hinteren Fläche des Pancreas, manchmal in einer tiefen Rinne desselben ganz vergraben nach rechts gegen das Caput der Bauchspeicheldrüse verläuft, und dort mit der oberen Gekrösvene zum Pfortaderstamme zusammenfliesst. Bei manchen Milzen folgen die Gefässöffnungen des Hilus dicht aufeinander, daher auch die durch dieselben ein- und austretenden Gefässe dicht übereinander gelagert sein können. Es finden sich aber auch Fälle, wo der Hilus der Milz sich nur auf die Mitte des Längendurchmessers derselben beschränkt und ganz isolirt in einer gewissen Entfernung von den Oeffnungen des eigentlichen Hilus nahe dem oberen Ende eine oder die andere einzeln stehende Oeffnung vorkommt, durch welche ein Ast der Milzgefässe ein- und austritt, daher die Lücke zwischen den einzelnen ein- und austretenden Gefässen hier eine geräumigere sein wird, als in dem früher angeführten Falle, wo die Gefässöffnungen des Hilus dicht auf einander folgen und darnach das Verhalten der Gefässe bestimmen.

Die Vasa gastrica brevia, welche zum und vom Magengrunde verlaufen, treten entweder dicht vor dem Eintritt der Milzgefässe in den Hilus, oder manchmal selbst erst während ihres Eintritts in die Gefässöffnungen und dann unter sehr spitzen Winkeln ab, indessen einzelne in weiterer Entfernung vom Hilus von den Vasa lienalia abgehen.

Ich will nun zu der Tunica serosa der Milz übergehen, von welcher es allgemein heisst, dass sie dieses Organ vollständig und nur mit Ausnahme des Hilus überkleide.

Die Milz kommt der allgemein gangbaren Vorstellung zu Folge, mit zwei Abtheilungen des Bauchfells in Contact, und zwar in weit grösserem Umfange mit dem vom Zwerchfell herabkommenden, sogenannten äusseren Blatte desselben, anderntheils, jedoch in weit geringerem Masse, mit der, durch das Foramen Winslowii hinter den Magen eingestülpten Partie des Bauchfellsackes, welche als Netzbeutel beschrieben wird.

Was nun zunächst das von der unteren Fläche des Zwerchfells zur Milz herab- und herantretende Blatt des Peritoneums betrifft, so tritt es linkerseits (denn ich will nur die in dieses Bereich fallende Partie des Bauchfells beschreiben) an die Vorderfläche der Cardia und den dieser angrenzenden Bezirk des Blindsackes des Magens und zwar zunächst als einfache, nur von dem äusseren Bauchfellblatte gebildete Falte, dem Lig. phrenico-gastricum, weiterhin, aber auch hier vorerst als einfache Falte auf das obere Ende der Milz, um als Lig. phrenico-lienale, zunächst diesem seinen serösen Ueberzug zu geben. Noch weiter nach rückwärts schlägt es sich im oberen Theile der Milz theils direkt vom Zwerchfell, theils über die äussere Partie der linken Nebenniere weg in Form eines einfachen Blattes, zumeist auf den rechten Umfang der superficies renalis, seltener erst weiter nach vorn auf den Margo intermedius, weiter am unteren Theile der Milz vom Zwerchfell über die Seitentheile der vorderen Fläche der Niere als Lig. spleno-renalia (Huschke) weg, wiederum gegen den unteren Abschnitt des Margo obtusus herüber, um von diesem aus die vor den genannten Grenzen gelegene ganze äussere, convexe Fläche, sowie deren unteres Ende, fest mit der unter der serösen Hülle gelegenen Fibrosa verwachsen, zu überkleiden; ferner um den Margo crenatus auf die concave Fläche der Milz zu übergreifen, auch diese bis dicht vor ihren Hilus zu überziehen, und von da aus vor den Vasa gastrica brevia hinweg, als vordere linke Platte des Lig. gastro-lienale zum Blindsack des Magens hinüber zu treten.

In Folge dieses nun beschriebenen Verlaufes des sogenannten äusseren Blattes des Bauchfells wird daher eine Partie der Nierenfläche und die vor ihr gelegenen Partien der Milz bis

dicht vor den Hilus derselben vom Bauchfell unmittelbar überzogen; der übrige Theil der Superficies renalis dagegen, sowie der Margo intermedius, die hintere Abtheilung der Magenfläche und der Hilus selbst blieben ausser allem Contact mit dem äusseren Bauchfellblatte.

Da mindestens ein Theil der Superficies renalis mit der vorderen Fläche der linken Nebenniere nur durch Bindegewebe verbunden ist, sowie der Margo intermedius in seinem oberen Umfange mit dem linken Lendentheil des Zwerchfells, weiter abwärts mit der Vorderfläche der linken Nebenniere in seinem unteren Theile mit dem Schwanze des Pancreas gleichfalls nur durch Bindegewebe in Verbindung steht, so können diese bezeichneten Partien der Milz mit dem Peritoneum nicht in unmittelbare Berührung kommen; noch weniger kann dieses an den genannten Stellen der Milz mit der zweiten eigenthümlichen Hülle verwachsen; es ist daher der hier freie, das heisst vom Peritonealüberzug entblösste Bezirk der Milz für gewöhnlich doch umfangreicher als selbst einige Anatomen, wie z. B. E. Huschke zugeben wollen, welcher (Seite 172, Eingeweidelehre) sagt, dass der hintere stumpfe Rand der Milz in einer schmalen Linie von oben bis unten durch Zellgewebe an die Vorderfläche der Nebenniere dieser Seite und den linken Lumbaltheil des Zwerchfells angewachsen ist; andere dagegen nicht einmal so viel einräumen zu wollen scheinen, wie z. B. Carl Friedrich Theodor Krause (Handbuch der menschlichen Anatomie, 1. Bd. S. 518) anführt, „die Milz ist ganz im Saccus peritonaei eingeschlossen, erhält durch eine Einstülpung desselben eine vollständige, nur am Hilus fehlende seröse Bekleidung“ u. s. w., während noch andere Schriftsteller in mehr oder weniger undeutlichen und unklaren Beschreibungen dieser Region des Bauchfells sich ergehen.

Dass aber auch ferner die hintere Abtheilung der concaven Milzfläche mit Ausnahme von seltenen Fällen, vom Peritoneum nicht unmittelbar überzogen werden, daher auch die Serosa in diesem Bezirke für gewöhnlich nicht mit der darunter liegenden fibrösen Haut verwachsen könne, wird sogleich gezeigt werden.

Die durch den Hiatus epiploicus Winslowii gleichsam in sich selbst hineingestülpte Bauchfellpartie überzieht mit ihrem hinteren Blatte zunächst die Vorderfläche des Pancreas, die hinter demselben vor der Wirbelsäule gelagerte Aorta abdominalis, sowie die am oberen Rande des Pancreas aus dem vorderen Umfang der Bauchaorta entstehende Art. coeliaca, deren einzelne Aeste, wie z. B. die Arteria hepatica gegen die Pforte der Leber zu von einer zusammengesetzten d. h. aus zwei verschiedenen Peritonealplatten gebildeten Falte, dem Lig. hepatico-duodenale, umfasst wird; während die Art. coronaria ventriculi sinistra nebst der sie begleitenden Vene bloss eine Umhüllung in Form einer einfachen d. h. nur durch das hintere Blatt des kleinen Netzbeutels gebildeten sichelförmigen Falte, dem Lig. gastro-pancreaticum, (Huschke) erfährt, indess noch andere Aeste, wie z. B. die sehr häufig, oder eigentlich wohl meistentheils von der Coeliaca kommenden Art. phrenicae inferiores (ich spreche hier natürlicherweise bloss von den Hauptzweigen der Art. phrenicae, da ja bekannter Massen kleinere Zweige derselben in einfache Bauchfellfalten, z. B. das Lig. suspensorium hepatis, die Lig. triangularia hepatis, das Lig. phrenico-lienale u. dgl. aufgenommen werden), so wie die Art. lienalis, nebst der dieselbe begleitenden Vene bis in den Hilus hinein, vollständig ausserhalb des Bauchfellsackes liegen. — Ich verfolge nun das hintere Blatt des Netzbeutels, von der Vorderfläche des Pancreas weiter nach links und sage, dass von demselben Blatte auch die Vasa lienalia von vorne her überzogen werden müssen. Nachdem diese Gefässe nun in ihre Aeste zerfallen, um in den Hilus lienis einzutreten, nehmen sie eine je nach der Länge des Hilus mehr oder weniger lange senkrechte Fläche ein, vor welcher das Bauchfell durch loses, hie und da mit Fett durchsetztes subseröses Bindegewebe mit den dahinter gelagerten Gefässen verbunden, vorbeistreicht, um bis dicht vor den Hilus d. h. bis zu der Stelle zu gelangen, wo das äussere von der convexen Fläche der Milz herüberkommende Blatt sich in die vordere linke Platte des Lig. gastrolienale umschlägt, sich nun an die, hie und da erst dicht am Hilus hervortretenden Vasa gastrica brevia von hinten her an-

zulegen und mit der linken vorderen Platte des Lig. gastrolienale verwachsen, als dessen hinteres rechtes Blatt zum Magengrunde überzuspringen.

Die in den Hilus eintretenden und aus demselben heraustretenden Milzgefässe sind aber zwischen dieses hintere Blatt des Netzbeutels und die hintere Abtheilung der concaven Fläche der Milz hereingelegt und verhindern daher mindestens sehr häufig einen unmittelbaren Contact oder gar eine Verwachsung der Serosa mit der eigenthümlichen Hülle der Milz an jener eben bezeichneten Stelle derselben, an welcher vielmehr das Bauchfell grade, sowie an der Vorderfläche des Pancreas oder an der von anderen Organen nicht bedeckten Vorderfläche der Nieren, bloss sehr lose vorüberstreicht, ja bei der Milz in noch höherem Grade als bei den hier angeführten Beispielen des Pancreas und der Niere, wo, wie bei ersterem, das Bauchfell mit dessen Parenchym, bei letzterer mit der Capsula adiposa, oder wo diese mangelt, mit der Tunica albuginea mindestens in unmittelbare Berührung treten kann, weil hier (bei der Milz) überdiess noch deren Gefässe zwischen die Albuginea der hinteren Abtheilung ihrer concaven Fläche und die vor beiden lose herabstreichende Serosa eingelagert liegen. Doch auch da kommen, wie überall, Ausnahmen vor und zwar in solchen Fällen, wo, wie ich oben auseinandergesetzt, der Hilus der Milz auf einen kleineren Längendurchmesser und mehr auf dessen Mitte sich beschränkt, am oberen Ende aber noch eine einzeln stehende Oeffnung sich findet, durch welche ein Nebengefäss eintritt und sodann zwischen den Hauptgefässen und diesem Nebenast eine viel grössere Lücke übrig bleibt, durch welche in der That das Bauchfell sich eine Strecke weit nach rückwärts herein einstülpen und mit der Fibrosa an der für gewöhnlich eines unmittelbaren serösen Ueberzuges vollständig entbehrenden, hinteren Abtheilung der concaven Milzfläche partiell verwachsen kann. Nur wenige Fälle von Kindesleichen sind mir unter mehrfach angestellten Untersuchungen erinnerlich, wo der obere Umfang der hinteren Abtheilung der Superficies gastrica der Milz in der That einen vollständigen d. h. mit der Fibrosa verwachsenen serösen Ueberzug durch den

Netzbeutel erhielt, in welchen Fällen die Milzgefässe und der Hilus blos einen kleineren mittleren Bezirk des Organes einnahmen, überdies hier auch das äussere Bauchfellblatt erst an den Margo intermedius herüber trat, um von da aus die Superficies renalis, Superficies convexa der Milz u. s. w. zu überziehen, so dass das äussere an den Margo intermedius herübertretende, und das innere vom Netzbeutel herrührende und den oberen Theil der hinteren Abtheilung der Magenfläche überziehende, von da aber weiter auf die linke Nebenniere und den linken Lendentheil des Zwerchfells herüberlaufende Blatt einander stellenweise beinahe berührten und so die Milz von hinten und oben her an einem wahren Gekröse aufgehängt erschien.

Aus dem Voranstehenden ergiebt sich, dass ausser den schon früher näher bezeichneten Punkten der Milz, nämlich einem Theil der Superficies renalis, dem Margo intermedius, auch noch die hintere Abtheilung der concaven Fläche dieses Organes bis dicht vor den Hilus, wo das Lig. gastro-lienale seinen Anfang nimmt, in der Mehrzahl der Fälle eines unmittelbaren serösen Ueberzuges entbehre, daher der vom Bauchfell nicht bekleidete und der nur unvollständig überzogene Bezirk der Milz umfangreicher ist, als die ihm sonst zugewiesenen Grenzen und mindestens den achten Theil dieses Organes einnimmt. An einer aus der Bauchhöhle herausgenommenen isolirten Milz scheiden sich, insbesondere unter Wasser gelegt, diese einer Serosa ermangelnden Partien derselben schon mit blossem Auge durch Mattigkeit, Glanzlosigkeit und stärkere Rauhigkeit deutlich von denjenigen ab, welche dieser Umhüllung nicht entbehren. Bei einer nur einigermassen vorsichtig ausgeführten Präparation von der Stelle an, wo vor dem Hilus und dessen Gefässen weg das hintere Blatt des Netzbeutels sich dicht an die vordere linke Platte des Lig. gastro-lienale anlegt, um sogleich dessen hintere (rechte) zu bilden, sodann an die hintere Magenfläche zu gelangen und somit zur vorderen Wand des Netzbeutels zu werden, kann man die nach rückwärts in die hintere Wand des Netzbeutels sich fortsetzende, hintere Platte des Magenmilzbandes von den Milzgefässen und der hinter dieser liegenden hinteren Abtheilung der concaven Fläche

der Milz in den meisten Fällen vollständig und ganz unversehrt ablösen; ein Beweis, dass von einer innigeren Verbindung der Serosa mit der Fibrosa der Milz in dieser Region keine Rede sein könne.

Ich studirte diese Verhältnisse namentlich an Kindesleichen und zwar von der hinteren Bauchwand her, da es hier mit keiner Schwierigkeit verbunden ist, die Bauchhöhle von rückwärts aus durch Entfernung der Lenden- und untersten Brustwirbel mit vollständiger Schonung aller übrigen Organe blosszulegen, in welchem Falle man ganz leicht die Arterie und Vene bis in den Hilus der Milz mit vollkommener Schonung der hinteren Wand des Netzbeutels von letzterer zu isoliren im Stande ist. Um sodann diese Partie noch deutlicher und von mehreren Seiten übersehen zu können, öffnete ich die vordere Bauchwand, durchschnitt das Lig. hepatico-duodenale sammt einer Partie des kleinen Netzes vom Foramen Winslowii aus, trennte den Magen am Pylorus vom Duodenum durch einen Schnitt, um ihn mit dem intakten Lig. gastro-lienale nach links herüberlegen zu können. Auf diese Art präsentirt sich dann die hintere Wand des Netzbeutels auch von vorn her und man gewinnt nun vollkommene und klare Einsicht in die Verhältnisse des Bauchfells, demnach hier namentlich des Netzbeutels, zu der Milz und deren Gefässen.

Bei Leichen von Erwachsenen beobachtete ich im Allgemeinen dasselbe Verfahren, nur löste ich, da die Entfernung einzelner Wirbel von rückwärts her hier viel schwieriger auszuführen, überdies diese Präparationsweise an der ganzen Leiche mit viel Unbequemlichkeit verbunden ist, die ganze in das Bereich dieser Untersuchung gehörige Partie sammt einem Stück des Rippentheiles des Zwerchfells, den Nieren, dem Darm u. dgl. vorsichtig, dicht an der Wirbelsäule ab, und hatte hiermit den Vortheil, durch diese Manipulation auf eine ebenso einfache Weise, wie an einer Kindesleiche, abwechselnd von rückwärts, dann wieder von vorn her die Verhältnisse genau übersehen und studiren zu können.

Auch war es mir in Folge dieses Präparationsverfahrens während meiner Untersuchungen unmöglich, von der Richtigkeit

der allgemeinen Angaben mich zu überzeugen, dass die Hauptgefässe der Milz sammt deren Nerven zwischen den beiden Platten des Lig. gastro-lienale eingeschlossen, zum Hilus der Milz verlaufen sollen, da ich einzig und allein nur die Vasa gastrica brevia, niemals jedoch die Vasa lienalia, selbst nicht einmal im Anfange dieses Bandes, zum Hilus der Milz treten sah. Wären die Hauptgefässe der Milz, wie z. B. die Gefässe der Leber innerhalb des Lig. hepatico-duodenale, wirklich innerhalb des Lig. gastro-lienale eingeschlossen, so müssten unseren gangbaren Vorstellungen über solche Gekröse zu Folge von den zwei Platten des Lig. gastro-lienale, nachdem sie am Hilus angekommen, und sich daselbst getrennt, die eine vor den Gefässen auf die vordere Abtheilung der concaven Fläche u. s. w. die andere Platte jedoch hinter den Gefässen auf die hintere Abtheilung der concaven Fläche der Milz übergreifen, was aber hier aus dem Grunde nicht möglich ist, weil die Milzgefässe nicht, wie dies dagegen die Gefässe und Ausführungsgänge der Leber thun, die Grenze zwischen den beiden auseinanderweichenden, oder, wenn man will, sich aneinander legenden Platten des Lig. gastro-lienale angeben, sondern die Vereinigung dieser beiden Platten vor die Gefässe fällt, und daher die Grenze der Vereinigung der beiden Platten des Magenmilzbandes, bei der Milz einzig und allein nur durch einzelne am Hilus vortretende Vasa gastrica brevia bestimmt wird. Auch müsste, zugegeben, dass die Vasa lienalia etwa nur im Anfange des Lig. gastro-lienale ihre Lage hätten, um eine solche Annahme rechtfertigen zu können, zwischen den beiden Platten des Bandes an der Stelle, wo sie sich vor dem Hilus und den Gefässen von einander entfernen, ein grösserer Zwischenraum sich finden, der jedoch durchaus nicht existirt, da die beiden das Lig. gastro-lienale zusammensetzenden Bauchfellplatten von dem Moment an, wo sie mit einander (und das ist hier vor dem Hilus und den Milzgefässen der Fall) sogleich in Contact gerathen, eng aneinander sich anlegen und nur einen sehr schmalen Raum für die darin enthaltenen Vasa gastrica brevia und mehr oder weniger mit Fett erfülltes, subseröses Bindegewebe übrig lassen.

Es liegen daher die Vasa lienalia nicht im, sondern vielmehr dicht hinter dem Magenmilzbande, welches letztere allein die kurzen Magengefässe enthält, demzufolge es eine von E. Huschke entschieden unrichtige und dem Begriffe eines Gekröses nicht entsprechende Behauptung ist, wenn er das Magenmilzband als Gekröse der Milz bezeichnet und mit dem kleinen Netze vergleicht.

Ich habe schon vorhin erwähnt, dass ausser den dicht am, oder schon aus dem Hilus von den Milzgefässen abtretenden Vasa gastrica brevia noch andere, namentlich die unteren derselben, schon in einiger Entfernung vor dem Eintritt der Milzgefässe in den Hilus, sich von diesen abzweigen, und an der vorderen Fläche der Cauda pancreatis hinter der hinteren Platte des Netzbeutels herab verlaufen, dieselbe in Form kleiner Falten, wie auch E. Huschke angiebt, in die Höhle des Netzbeutels vor sich hertreiben, um dann weiter abwärts vor diese Platte und sodann zwischen die beiden Lamellen des Lig. gastro-lienale zu gelangen. Von einer solchen meist deutlich ausgeprägten Falte der hinteren Platte des kleinen Netzbeutels umhüllt, verläuft die, für gewöhnlich schon $1^1/_2$—2'' vor dem Hilus der Milz von dem Stamm der Milzarterie abgehende Art. gastro-epiploica-sinistra schief nach links und unten herab, um ferner zwischen die, mit dem Magenmilzbande continuirlichen beiden vorderen Platten des grossen Netzes einzutreten. Es kam mir aber auch hie und da ein oder das andere obere Vas gastricum breve vor, welches ohne in dem Lig. gastrolienale eingeschlossen oder selbst auch ohne von einer sichelförmigen Dupplicatur der hinteren Wand des Netzbeutels eingehüllt zu sein, vom oberen Umfang der Milzarterie ausgehend, hinter der hinteren Platte des Netzbeutels nach aufwärts zu dem Theil des Blindsackes des Magens verlief, welcher fast constant, einmal jedoch in grösserem, ein andermal in geringerem Umfange, eines peritonealen Ueberzuges ebenfalls entbehrt.

Einen eclatanten Beweis, dass das Magenmilzband, abgesehen von allen früher beobachteten und von mir untersuchten Fällen über das Magenmilzband und dessen Verhalten zu den Milzgefässen, mit den Hauptgefässen der Milz gar nichts zu

schaffen habe, sah ich bei der Milz einer halbjährigen Kindesleiche, bei welcher nicht etwa in Folge krankhaften Prozesses und irgend einer Anlöthung oder Zerrung, das Lig. gastro-lienale statt, wie gewöhnlich, dicht vor dem Hilus, schon vom vorderen Rande des Organs zum Blindsacke des Magens übersprang und in diesem Falle die ganze Superficies concava der Milz bis an den Margo crenatus hin von dem durch das Winslow'sche Loch eingestülpten Bauchfellblatte überzogen wurde. Die Vasa lienalia lagen weit rückwärts von dem Lig. gastrolienale und, wie immer, hinter dem vor ihnen hinwegziehenden hinteren Blatte des Netzbeutels. Auch die Vasa gastrica brevia waren hier nicht, wie sonst, zwischen die beiden Platten des Lig. gastro-lienale aufgenommen, welches selbst in diesem Falle überhaupt gar kein beachtenswerthes Gefäss enthielt; sondern dieselben waren in, weit in die Höhle des Netzbeutels vorspringende, sichelförmige Falten der rechten hinteren, daher dem Netzbeutel angehörenden Platte des Lig. gastro-lienale, eingehüllt, zwischen welchen Falten, die dem Netzbeutel angehörende und vor den Vasa lienalia und der hinteren Abtheilung der Superficies gastrica nur lose vorüberziehende Lamelle des Netzbeutels, mehrere tiefe Einstülpungen und Ausbuchtungen machte, um mit der fibrösen Hülle der vorderen Abtheilung der Magenfläche der Milz bis an den vorderen Rand hin, fest zu verwachsen und von da an als rechte hintere Platte des Magenmilzbandes weiter zu verlaufen.

Auf eine fernere Variante in Bezug auf den serösen Ueberzug der Milz werde ich noch weiter unten bei Gelegenheit des Lig. pleuro-colicum zu sprechen kommen. Um zu begründen, dass auch ein Bezirk des Blindsackes des Magens und nicht nur allein, wie in sämmtlichen anatomischen Handbüchern zu lesen, nur die schmalen Stellen der Bögen wo die Gefässe verlaufen, fast constant eines serösen Ueberzuges ermangelte, muss ich nochmals auf die Verhältnisse des Bauchfells in dem linken Epigastrium zu sprechen kommen.

Das äussere, von der unteren Fläche des Zwerchfells kommende Blatt des Bauchfells wirft sich linkerseits auf die vordere Fläche der Cardia und des Blindsackes des Magens in

Gestalt einer einfachen Falte, nämlich als Lig. phrenico-gastricum, um weiter in den serösen Ueberzug der vorderen Fläche des Magens überzugehen; weiterhin nach links geht dieses äussere Blatt auf das obere Ende der Milz über, um dieses Organ auf die früher geschilderte allbekannte Weise zu überkleiden und ferner in die vordere linke Platte des Lig. gastro-lienale sich fortzusetzen.

Der durch das Foramen Winslowii eingestülpte kleinere Bauchfellsack jedoch verläuft, nachdem er als vordere Wand des Netzbeutels die hintere Magenfläche überzogen, die hintere Platte des Lig. gastro-lienale abgegeben und vor den in den Hilus eintretenden Milzgefässen weg nach einwärts sich geschlagen hat, nun als hintere Platte des Netzbeutels nach aufwärts, um den linken Theil des Zwerchfells zu überziehen und sich sodann in höherer oder geringerer Tiefe auf die hintere Fläche der Cardia und des Bauchfellsackes des Magens nach vorn herüber zu schlagen, reicht jedoch meist nicht so weit herauf, um die, auf die vordere Fläche dieser Theile von der unteren Fläche des Rippentheils des Zwerchfells herabziehende äussere Platte des Bauchfells zu erreichen, so dass zwischen diesen beiden an den Magen herab-, respective herauftretenden Platten am Blindsacke des Magens links von der Cardia herab bis gegen den Beginn des Lig. gastro-lienale hin eine manchmal bis 2'' und darüber lange und einige Linien breite Stelle erübrigt, wo dem Blindsack des Magens ein seröser Ueberzug vollständig fehlt und jener an dieser Stelle durch Bindegewebe mit dem linken Lendentheil des Zwerchfells in Berührung steht. Nähern sich jedoch, wie in anderen Fällen, die beiden Bauchfellplatten einander wenigstens stellenweise bis zur Berührung, dann wird der vom Bauchfell sonst nicht überzogene Bezirk des Blindsacks des Magens auf einen kleineren Bereich reduzirt und kann selbst das Lig. phrenico-gastricum unter solchen Verhältnissen zu einer wahren, aus zwei verschiedenen Peritonealblättern gebildeten Duplicatur werden, während es anderemale blos eine einfache, nämlich nur durch das äussere Blatt des Bauchfells hervorgebrachte Falte darstellt. Dasselbe gilt von dem Lig. phrenico-lienale, einer oft nur einfachen Falte, und zwar

dann, wenn das die hintere Platte des Lig. gastro-lienale bildende Blatt des Netzbeutels eine bis an das obere Ende der Milz und das Lig. phrenico-lienale reichende Ausbuchtung macht und auf diese Weise mit dem äusseren von der unteren Zwerchfellfläche an das obere Milzende herabtretenden, sogenannten äusseren Blatte des Bauchfells zur Bildung einer wahren Duplicatur sich vereinigt und somit den obersten Anfang des Lig. gastro-lienale darstellt.

Seit im Jahre 1833 Phöbus in seiner Abhandlung über den Leichenbefund bei der orientalischen Cholera das Lig. pleuro-colicum beschrieb, wurde dasselbe von allen Autoren angenommen und als der obere, etwas breitere Anfang der äusseren Platte des sogenannten linken Grimmdarmgekröses betrachtet und als solche in den meisten Handbüchern der Anatomie angeführt.

Durch meine mit grösster Sorgfalt vorgenommenen Zergliederungen des Bauchfells gewann ich jedoch die Ueberzeugung, dass das Ligamentum pleuro-(costo) colicum, (richtiger phrenico-colicum) in Wahrheit dem grossen Netze angehört und einen integrirenden Bestandtheil desselben darstellt.

Ohne auf eine nähere Beschreibung der Formverhältnisse dieses Bandes, welche in jedem anatomischen Handbuche, namentlich aber in Huschke's Eingeweidelehre, S. 216, genau abgehandelt sind, mich einzulassen, will ich hiermit nur das Factum constatiren, dass das Lig. pleuro-colicum aus denselben vier Blättern, wie das grosse Netz bestehe und desgleichen einen hohlen Raum einschliesse, welcher mit dem grossen Netzbeutel in Verbindung steht, oder vielmehr dessen linkes Ende ist, während bisher das Magenmilzband als äusserste Grenze des grossen Netzes und Netzbeutels angesehen wurde.

Ich habe bisher zahlreiche Untersuchungen über das Verhalten der beiden hinteren Platten des grossen Netzes, namentlich zum Quergrimmdarm und dessen Gekröse angestellt, habe mich jedoch trotz sehr genauer und sehr sorgfältig ausgeführter Präparation nie überzeugen können, inwiefern die durch Jo-

hann Friedrich Meckel, vorzüglich jedoch durch Johannes Müller aufgestellte Behauptung und gegenwärtig fast allgemein adoptirte Ansicht gerechtfertigt wäre, derzufolge die von der vorderen Magenfläche herabkommende Lamelle des grossen Netzes mit der vorderen oberen Platte des Mesocolon transversum verwachsen soll. So oft und so genau ich auch diese Partie präparirte, und die am Colon transversum angelöthete Stelle des grossen Netzes löste, es gelang mir stets, nur zwei Platten von einander zu lösen, von welcher die vordere der hinteren Platte des grossen Netzes angehörende Lamelle vom Colon transversum an zur vorderen (oberen) Platte des Quergrimmdarmgekröses selbst wurde, um dann über die Vorderfläche des Pancreas nach aufwärts den bekannten Verlauf zu nehmen; während das andere, die hintere Lamelle der hinteren Platte des grossen Netzes darstellende und am Lig. omentale des Quergrimmdarmes angelöthete Blatt jedoch in den serösen Ueberzug des unteren Umfanges des Darmstückes und von da in das hintere (untere) Blatt des Mesocolon transversum überging, so dass ich trotz der scheinbar sehr überzeugenden Auseinandersetzungen Johann Friedrich Meckel's und Johannes Müller's und der diesen folgenden Ansichten Hansen's, Arnold's, Huschke's dennoch wieder zu der, wenn auch älteren, doch immerhin der Natur des Bauchfells mehr entsprechenden Anschauung Froriep's mich hinneige, welcher zufolge die beiden Lamellen der hinteren Platte des grossen Netzes am freien Rand des Quergrimmdarmes angekommen, auseinanderweichen, denselben zwischen sich nehmen, hierauf die vordere Lamelle dieser hinteren Platte als oberes (vorderes) Blatt des Quergrimmdarmgekröses nach aufwärts, die hintere als hinteres (unteres) Blatt dieses Mesocolon vor der Wirbelsäule nach abwärts läuft.

Würde in der That nach Meckel's und Müller's Ansicht, die hintere Lamelle der hinteren Platte des grossen Netzes auf der vorderen oberen Platte des Mesocolon transversum aufliegen und würde sie, wie angenommen, mit dieser verwachsen, so müsste man dessenungeachtet, wenigstens partiell, noch bei Neugeborenen diese beiden Platten von einander lösen

können und dadurch das Mesocolon transversum mit seinen beiden Platten intakt erhalten und würden dann nicht, wie es thatsächlich auch bei der präcisesten Ablösung des Netzes vom Quergrimmdarm der Fall ist, die zwischen den beiden Platten des Quergrimmdarmgekröses verlaufenden Gefässe und lymphatischen Drüsen so frei da liegen können, wenn nach Ablösung der beiden Lamellen der hinteren Platte des Netzes noch eine Lamelle, nämlich die vordere obere Platte des Mesocolon transversum über den Gefässen gelagert wäre, wie dies doch der Anschauung der früher citirten Autoren zufolge, nothwendig der Fall sein müsste. Ein Präparat, wo nach mindestens theilweise gelungener Ablösung der hinteren Platte des Netzes noch ein vollständig unversehrtes Mesocolon transversum mit 2 Blättern zurückbliebe, wird (davon bin ich vollkommen überzeugt) kein Anatom zu vollführen im Stande sein, und muss ich aus diesem Grunde, gestützt auf eigene sehr detaillirte Untersuchungen, die Angaben Arnold's, Hansens', Huschke's gradezu bezweifeln, welchen es gelungen sein will, beim Neugeborenen vom Mesocolon ein mit dem Netze zusammenhängendes Blättchen abzuziehen, so wie ich den Auseinandersetzungen J. Müller's in seinem Aufsatze „Ueber den Ursprung der Netze“ so klar und deutlich dieselben auch gegeben sind, keinen unbedingten Glauben beimessen kann, da es immerhin sehr möglich ist, dass bei der Untersuchung solcher äusserst zarter Membranen bei so delikaten Objecten, wie es so junge Embryonen sind, sehr leicht Täuschungen unterlaufen können, dafür jedoch der Phantasie ein desto grösserer Spielraum bleibt, überdiess die Untersuchung des Netzes, die Isolirung seiner Lamellen selbst in einer reiferen Periode wegen allzugrosser Zartheit der betreffenden Theile immer mit Schwierigkeiten verbunden ist und in der That die Präparationsresultate, die ich erzielte, den gegenwärtig gangbaren Vorstellungen über die Zusammensetzung des Netzes geradezu widersprechen. Man beruft sich vielerseits grade in diesem Punkte auf den Thierbau, da bei diesem das Pancreas oft zwischen den Platten des Netzes, nie aber im Mesocolon liegen und das Netz mit dem Dickdarm gar nicht zusammenhängen soll, wovon ich bei der Katze z. B. mich ganz richtig

überzeugte, das Mesocolon aber nichtsdestoweniger vollkommen existirt. Doch könnte man hier wohl einwenden, dass das, was beim Thiere gefunden wird, nicht auch unbedingt beim Menschen existiren müsse, überhaupt bei letzterem verschiedene Theile und Organe mehr oder weniger abweichend gebaut und geformt sind, als bei jenem und umgekehrt. Uebrigens begegnet man auch in diesem Punkte ganz offenbaren Widersprüchen z. B. bei Huschke, der S. 205 seiner Eingeweidelehre sagt, bei Thieren liege das Pancreas oft zwischen den Platten des Netzes, nie aber im Mesocolon, einige Seiten vorher in demselben Buche (S. 200) lässt er jedoch das Pancreas bei mehreren Säugethieren wieder im Mesocolon liegen.

Ich habe vorhin erwähnt, dass das Lig. pleuro-colicum nicht als der blosse obere breitere Ursprung der äusseren Platte des Mesocolon descendens, sondern thatsächlich für einen integrirenden Bestandtheil des grossen Netzes anzusehen sei, da das Lig. pleuro-colicum aus ebensoviel Blättern wie das grosse Netz bestehe und das äusserste linke Ende der Höhle der Bursa omentalis zwischen seine Platten aufnehme.

Das Lig. pleuro-colicum besteht aus einer oberen, den Saccus lienalis begrenzenden, aufwärts gegen die Milz, und einer unteren nach abwärts gegen den absteigenden Grimmdarm sehenden Platte und jede dieser beiden Platten ist wieder aus zwei Lamellen zusammengesetzt.

Die oberflächliche Lamelle der oberen Platte des Lig. pleuro-colicum entspricht der vorderen von der vorderen Magenfläche herabkommenden Lamelle der vorderen Platte des grossen Netzes, mit welcher und dem vorderen linken Blatte des Lig. gastro-lienale dieselbe in vollständiger Continuität steht, nach links und aufwärts zum Rippentheil des Zwerchfells sich begiebt, um in das Peritoneum diaphragmaticum überzugehen; während die oberflächliche Lamelle der unteren Platte des Lig. pleuro-colicum mit der hinteren Lamelle der hinteren Platte des grossen Netzes zusammenhängt, welche am freien Rande des Quergrimmdarmes angekommen um den unteren Umfang desselben in das hintere untere Blatt des Mesocolon transver-

sum und stricte in der Region der Flexura coli lienalis auf den inneren Umfang der Umbeugungsstelle des queren in den absteigenden Grimmdarm, von da über dessen vordere Fläche hinweg auf seinen äusseren Umfang und endlich abermals zum Zwerchfell gelangt, nm hier desgleichen in das Peritoneum diaphragmaticum sich fortzusetzen und an diesem, so wie an dem nach vorn und abwärts sehenden freien Rande des Lig. pleuro-colicum, welcher das äusserste linke Ende des unteren freien Umschlagsrandes des grossen Netzes darstellt und mit demselben in Continuität steht, mit der oberflächlichen Lamelle der oberen Platte des Lig. pleuro-colicum zusammenzustossen oder in dieselbe überzugehen. Die diese beiden oben beschriebenen, oberflächlichen Lamellen der zwei Platten des Lig. pleuro-colicum mehr oder weniger vollständig auskleidenden inneren Lamellen gehören dem Netzbeutel an und zwar demjenigen Bauchfellblatte, welches von der hinteren Magenfläche herabkommt und zunächst die hintere Lamelle der vorderen Platte des grossen Netzes, hierauf, nachdem das grosse Netz an seinem unteren freien Rand sich nach aufwärts und rückwärts umgeschlagen, die vordere Lamelle der hinteren Platte desselben abgiebt, am Quergrimmdarm angekommen, dessen oberen Umfang mit seinem serösen Ueberzug versieht, um weiterhin in die obere Lamelle des Mesocolon transversum selbst unmittelbar überzugehen, und sie bis an das äusserste linke Ende des Quergrimmdarmes hin zu bilden.

Diese beiden inneren Lamellen des Lig. pleuro-colicum nun schliessen einen mehr oder minder weiten hohlen Raum ein, welcher bei Neugeborenen vom Hiatus epiploïcus Winslowii manchmal in seiner Totalität selbst bis an das äusserste an das Zwerchfell reichende Ende dieses Ligaments sich aufblasen lässt und mit dem grossen Netzbeutel daher in Communication steht.

Die Dimensionen dieses zwischen den Platten des Lig. pleuro-colicum befindlichen hohlen Raumes sind selbst bei Neugeborenen, welche allein zu dieser Untersuchung geeignet sind, sehr variabel und zwar in manchen Fällen nur auf den inneren unteren Bezirk des genannten Bandes beschränkt, so, dass der

Netzbeutel gleichsam nur eine kleine Ausstülpung in dasselbe hinein macht, in anderen Fällen dagegen sah ich in diesen hohlen Raum so weit, dass er bis zur Anheftung der beiden oberflächlichen Lamellen des Lig. pleuro-colicum an das Zwerchfell hinaufreichte, und die Entfernung der oberflächlichen Lamellen der beiden Platten des Rippengrimmdarmbandes so bedeutend war, dass das innere, das Lig. pleuro-colicum von innen her auskleidende und dem Netzbeutel angehörende Blatt auch eine Partie der vorderen Fläche der Niere, so wie das zwischen den Anheftungspunkten der oberflächlichen Lamellen des Lig. pleuro-colicum befindliche Segment des Rippentheils des Zwerchfells und selbst einen Theil der Milz und zwar die unterhalb der Anheftung der Cauda pancreatis gelegene Partie der inneren Fläche derselben bis an ihr unteres Ende herab überzog, daher in solchen Fällen eine grössere Partie der Milz als gewöhnlich, so wie ein Theil der Vorderfläche der Niere und ein kleines Segment des Rippentheils des Zwerchfells in den Bereich des Netzbeutels hereinbezogen wurde. Es scheint, dass der zwischen den Platten des Lig. pleuro-colicum befindliche Bezirk des Netzbeutels frühzeitig durch Verwachsung der beiden inneren Lamellen obliterire, da ich bei Kindern von einigen Monaten die Ausstülpung des Netzbeutels in das Lig. pleuro-colicum nicht mehr nachzuweisen vermochte, was mir bei Neugeborenen fast immer mehr oder weniger vollkommen gelang.

Bei Huschke lese ieh S. 209 eine kurze Andeutung dieser Thatsache, ohne dass er jedoch deren Bedeutung aufgefasst zu haben scheint, indem er sagt, nach links erhebe sich beim Aufblasen am Netz zuweilen eine trichterförmige frei herabtretende Blase. Wenn dieser Befund Huschke's auch nicht vollkommen mit dem von mir Gesehenen übereinstimmt, so glaube ich doch, dass Huschke in dieser Blase nichts anderes gesehen haben mochte, als die von mir aufgefundene Ausstülpuug des grossen Netzbeutels in das Lig. pleuro-colicum; doch hat dieser Autor die Sache weiter nicht beachtet und näher gewürdigt, da auch er dieses fälschlich sogenannte Band als bloss

der äusseren Platte des Mesocolon descendens angehörend betrachtet.

Erst jüngst traf ich bei einem etwa 2 Monate alten Kinde den Fall an, wo der innerhalb der Platten des Lig. pleuro-colicum eingeschlossene und mit dem Netzbeutel für gewöhnlich in Communication stehende hohle Raum, eine für sich bestehende, gegen den Netzbeutel vollständig abgeschlossene Höhle bildete. Das grosse Netz zog sich linkerseits, wie rechts das Omentum colicum Halleri, als ein immer schmäler werdender Saum an dem äussersten Ende des queren Grimmdarms über die Flexura coli lienalis in das Lig. pleuro-colicum hinauf. Beim Aufblasen des Netzes durch den Hiatus epiploïcus erhob sich das Netz zu einer grossen Blase und drang die eingeblasene Luft auch hier sogleich in die, eine Strecke weit bis gegen die Flexura coli hepatica als ein schmaler Saum am Colon transversum sich hinziehende rechte Partie des Netzes, während ich linkerseits, so deutlich ich auch die Fortsetzung des Netzes über die Flexura coli lienalis in das Lig. pleuro-colicum hinaus zu sehen im Stande war, die vom Foramen Winslowii in den Netzbeutel eingeblasene Luft in dieses linke Ende des Netzes nicht einzubringen vermochte und die Höhle des Netzbeutels gerade in der Höhe des Lig. gastro-lienale (wie allgemein angenommen) nach links hin abgeschlossen schien. Doch zeigte sich nach vorsichtigem Anziehen dieser vorhin erwähnten äussersten linken, weit über das Lig. gastro-lienale über die Flexura coli lienalis in das Lig. pleuro-colicum hin sich erstreckenden Partie des Netzes, dass ein hohler Raum in derselben eingeschlossen sein müsse und rechtfertigte dann ein in diese Netzpartie besonders gemachter feinen Einstich, durch welchen Luft eingeblasen wurde, meine Vermuthung, indem dieser linke äusserste Bezirk des Netzes zu einer unter der Milz bis an die Flexura coli lienalis reichenden, von dem grossen Netzbeutel aber vollkommen abgeschlossenen runden Blase sich erhob. Die Abschliessung dieser Partie des Netzbeutels von dem eigentlichen grossen Netzbeutel in diesem Falle erfolgte durch eine in der Richtung des Lig. gastro-lienale schief von oben und hinten nach vorn und unten herabverlau-

fende, äusserst dünne und zarte durchsichtige Scheidewand, keineswegs etwa ein pathologisches Produkt, so dass zwei vollkommen gegen einander abgeschlossene Netzbeutel in diesem Falle nebeneinander existirten. Möglicherweise und vielleicht wahrscheinlich, haben diese beiden Räume früher einem, nämlich dem grossen Netzbeutel, angehört und erst später sich gegen einander durch die erwähnte Scheidewand abgeschlossen; inwiefern aber und wann diese Verwachsung zu Stande kam, oder aber, ob vielleicht diese Scheide gar eine ursprüngliche Bildung war, darüber Aufklärungen geben zu sollen, wird man mir wohl erlassen, in Berücksichtigung dessen, dass, wenn wir ein aufrichtiges Geständniss ablegen wollen, wir uns getrost sagen müssen, dass trotz der Müller'schen und Meckel'schen Ansichten über die wahre Entstehung des Netzbeutels und der Netze überhaupt wir noch sehr im Dunkeln schweben und darüber sehr wenig oder besser gar nicht aufgeklärt sind. Auch in diesem Falle war wieder ein Bezirk der Milz, und zwar der unterhalb des Pancreas gelegene Theil ihrer inneren Fläche bis an ihr unteres Ende herab, in das Bereich des vom grossen Netzbeutel abgeschlossenen hohlen Raumes einbezogen. Es erscheint mir daher, nach den zwei exquisiten Fällen dieser Art zu schliessen, sehr wahrscheinlich, dass die Milz auch in diesem Bezirke, nämlich an der unterhalb des Pancreas gelegenen Partie der inneren Fläche bis an deren unteres Ende herab ebenfalls einen, und zwar vollständigen, serösen Ueberzug vom Netzbeutel erhalte. Ich sage vollständig, da dieser nicht so wie mindestens an einem Theil der hinteren Abtheilung der Superficies gastrica, nur lose an der Fibrosa der Milz vorüberzieht, sondern dort fest mit der unterliegenden eigenthümlichen Haut der Milz verwachsen ist. Dass nach Verwachsung der inneren Lamellen dieser äussersten linken Abtheilung des Netzes woven, wie ich wenigstens in diesen zwei Fällen mit aller Bestimmtheit sah, eine Partie des Netzbeutels sich auf den unteren Bezirk der inneren Fläche der Milz warf, um diesen zu überziehen, späterhin aber an demselben nicht mehr als Ueberzug der dem Netzbeutel angehörenden Lamelle sich nachweisen lasse, ist leicht begreiflich.

Ich würde daher, da ich die vordere Lamelle der hinteren Platte des grossen Netzes, vom Quergrimmdarm angefangen, für das vordere obere Blatt seines Gekröses selbst halte, den Verlauf dieser Platte folgendermassen beschreiben:

Vom unteren Rand des Pancreas an, wo die beiden Blätter des Quergrimmdarmgekröses an einander treten, läuft das vordere obere in der Mittellinie über die vordere Fläche des Pancreas nach aufwärts, um sich dann an die hintere Fläche des Magens und zwar zunächst an dessen kleinen Bogen mittelst des Lig. gastro-pancreaticum, ferner an die hintere Fläche der Cardia und den Fundus ventriculi nach vorn umzuschlagen. Weiter nach links hin tritt dieses vordere obere Blatt des Quergrimmdarmgekröses (natürlicherweise vom unteren Rand des Pancreas angefangen, zur hinteren Wand des Netzbeutels geworden) vor der Cauda pancreatis und den Milzgefässen verlaufend, gegen die hintere Abtheilung der Superficies gastrica der Milz, da es durch die an diese Abtheilung der Superficies gastrica sich anlegenden Milzgefässe sowohl, als durch den, an den Lendentheil des Zwerchfells anstossenden und mittelst Bindegewebe damit verbundenen Margo intermedius weiterhin in seinem Verlaufe gehindert wird, und tritt an der hinteren Abtheilung der Superficies gastrica lose vorbeiziehend, bis vor den Hilus der Milz, um nun an die, erst aus dem Hilus von den Milzgefässen hervortretenden kurzen Magengefässe von hinten her sich anzulegen und zur rechten hinteren Platte des Lig. gastro-lienale zu werden.

Weiter abwärts unterhalb des Pancreas erstreckt sich das linke Ende des vorderen oberen Blattes des Quergrimmdarmgekröses nicht so hoch herauf, als in der Mittellinie, sondern schlägt sich, da es in der oberen Partie der Milz durch einen Bezirk, der durch Bindegewebe an die linke Nebenniere anhaftenden Superficies renalis derselben in seinem weiteren Verlaufe nach aufwärts gehindert wird, im unteren Theil der Milz, wo diese frei und nicht mehr mittelst Bindegewebe an die benachbarten Theile geheftet wird, auf die unterhalb des Pancreas gelegene Partie ihrer inneren Fläche, um diese, so wie auch die innere Fläche des unteren Endes der Milz zu überziehen und

noch weiter nach links hin, manchmal mehr, manchmal weniger weit in den äusseren Theil des Lig. pleuro-colicum, ja sogar, wie ich einen solchen Fall oben anführte, bis zum Rippentheil des Zwerchfells an das äusserste Ende dieses Bandes sich fortzusetzen.

Die hintere untere Platte des Quergrimmdarmgekröses, welche ich für die unmittelbare Fortsetzung der am Quergrimmdarme angehefteten hinteren Lamelle der hinteren Platte des grossen Netzes halte, stösst am unteren Rande des Pancreas mit dem vorderen oberen Blatte des Quergrimmdarmgekröses zusammen; nur reicht namentlich bei Kindern dieses hintere untere Blatt des Quergrimmdarmgekröses in der Mittellinie eine grössere oder geringere Strecke weit an der hinteren Fläche des Pancreas hinauf, selbst bis an den oberen Rand desselben, in welchem Falle das Pancreas dann ebenfalls, wie bekannt, zwischen die beiden Blätter des Quergrimmdarmgekröses aufgenommen wird und auch, wie ich beobachtete, die Vasa lienalia eine Strecke weit zwischen den beiden Blättern des Quergrimmdarmes eingeschlossen waren. Seitlich, und zwar linkerseits, reicht das hintere untere Blatt des Quergrimmdarmgekröses auf der vorderen Fläche der linken Niere verlaufend, nie so hoch herauf, wie in der Mittellinie, endet meist eine Strecke weit von der Milz entfernt und bleibt selbst so weit von derselben nach unten zurück, dass das obere vordere Blatt des Mesocolon, also nach Froriep's Ansicht (welcher ich folge) das dem Netzbeutel angehörige Blatt des Mesocolon transversum, auch einen Theil der vorderen Fläche der Niere überzieht und sonach auch einen Bezirk dieses Organs mit in den Bereich der Höhle des Netzbeutels hereinzieht.

Mögen nun die Anatomen den Ansichten Meckel's und Müller's oder Froriep's huldigen, Thatsache ist, dass der grosse Netzbeutel mindestens in vielen Fällen in das Lig. pleuro-colicum hinein sich erstreckt, und dass das Lig. pleuro-colicum, weil aus denselben Blättern und Platten, wie das grosse Netz gebildet, nicht wie bisher angenommen, bloss den oberen breiten Ursprung der äusseren Platte des sogenannten absteigenden Grimm-

darmgekröses, sondern das äusserste linke Ende des grossen Netzes, sowie dessen Anheftung am Zwerchfell darstellt und kann jeder, der mir genau nachuntersucht, von der Richtigkeit meiner Angaben sich überzeugen.

Es scheint oft das Lig. pleuro-colicum mit dem von Hensing beschriebenen und von ihm sogenannten Lig. colicum sinistrum superius verwechselt und zusammengeworfen zu werden, welches letztere in der That als eine mehr oder weniger stark entwickelte Umschlagsfalte des vom Zwerchfell und der seitlichen Bauchwand zum Anfangstheil des absteigenden Grimmdarms herabtretenden äusseren Bauchfellblattes sich darstellt und nur als eine Duplicatur der äusseren Platte des absteigenden Grimmdarmgekröses betrachtet werden kann. Es ist dieses sogenannte Lig. colicum sinistrum supremum manchmal nur äusserst schwach entwickelt, anderemale dagegen stellt es eine grössere Falte dar, welche um so leichter für das eigentliche Lig. pleuro-colicum imponiren kann, als dieses letztere durchaus nicht in allen Fällen gefunden wird und dann der linke Theil des Netzbeutels an der Flexura coli lienalis sein Ende erreicht. Doch ist aus dem vorher Gesagten begreiflich, dass zwischen dem eigentlichen Lig. pleuro-colicum und dem Lig. colicum sinistrum supremum (Hensing) ein grosser Unterschied bestehe, da jenes dem grossen Netze angehört, dieses hingegen bloss eine Duplicatur des äusseren Blattes des absteigenden Grimmdarmgekröses darstellt

Bei mehreren Embryonen suchte ich vergebens nach dem Lig. pleuro-colicum und zwar sowohl bei jüngeren bis zu 6 Wochen abwärts, als auch bei älteren bis zu 5 und 6 Monaten aufwärts. Ueberall fand ich nur das linke Ende des Netzes zu einem bald kürzeren bald längeren Zipfel ausgezogen, welcher frei über die Flexura coli lienalis hinaus sich erstreckte, ohne das Zwerchfell zu erreichen.

Ich schloss somit: das Lig. pleuro-colicum müsse erst später entstehen und zwar, nachdem ich constatirt, dass dieses sogenannte Band dem Netze angehöre, durch Anwachsung dieses linken Endtheiles desselben an das Peritoneum diaphragmaticum. Bei einem etwa 5 Monate alten Fötus aber fand ich

bei späteren Untersuchungen meine Annahme auf die ausgezeichnetste Weise bestätigt, indem bei demselben der von dem linken Ende des Netzes abgehende Zipfel oder Fortsatz bereits das Zwerchfall oder vielmehr das Peritoneum diaphragmaticum erreichte und zwar sich in ein, am letzteren befindliches, deutlich sichtbares Grübchen einsenkte, um dort seinen fixen Punkt zu nehmen und unzweifelhaft mit dem wandständigen Bauchfell des Rippentheils des Zwerchfells zu verwachsen. Dieser dem linken Ende des Netzes angehörige Fortsatz, der somit schon, da er hier mit dem Peritoneum diaphragmaticum bereits in Contact stand, zum Lig. pleuro-colicum geworden ist, liess sich sehr gut bis an sein Ende hin, mit dem übrigen Netzbeutel durch das Foramen Winslowii aufblasen.

Was das Verhalten des grossen Netzbeutels rechterseits anbelangt, schien mir dieses lange Zeit räthselhaft, umsomehr, da ich wiederholt, und zwar mehreremal in ganz exquisiten Fällen bei neugeborenen Kindern, mich zu überzeugen Gelegenheit hatte, dass der Netzbeutel sich entschieden in das sogenannte Omentum colicum Halleri hinein fortzieht Ich vermochte dieses letztere bisher in den von mir untersuchten Fällen fast immer vom Foramen Winslowii aus in seiner Totalität und bis an sein äusserstes Ende hin durch Aufblasen mit Luft zu füllen. Die Ansichten der Anatomen über das Omentum colicum Halleri sind sehr verschieden, zumeist einander geradezu widersprechend. Während einige, wie E. H. Weber, Hansen, denen sich mehrere neuere Anatomen angeschlossen haben, unbegreiflicher Weise geradezu leugnen, dass dieses Netz des Dickdarms aufgeblasen werden könne, gleich dem übrigen Netze, hat Huschke gerade gegentheilig den Netzbeutel bei Kindern immer in das Omentum colicum sich fortsetzen sehen. Auch ich hielt früher an der von Hansen, Weber aufgestellten Ansicht fest und glaubte, dass der Netzbeutel unmöglich in das Omentum colicum Halleri sich erstrecken könne, da ich letzteres blos für eine über den freien Rand des rechten Theils des Quergrimmdarms hinaus sich erstreckende Verlängerung der beiden Blätter seines Gekröses, mithin für ein blos aus zwei Blättern bestehendes Gebilde hielt; überzeugte mich jedoch

eines andern, und halte nun an dem Factum fest, womit auch die Ergebnisse von Huschke's Untersuchungen übereinstimmen, dass der Netzbeutel rechterseits in das Omentum colicum Halleri, wie links in das Lig. pleurocolicum sich erstrecke, da eben das Omentum colicum Halleri als der äusserste rechte Theil des Netzes durch das Foramen Winslowii mit dem übrigen Netzbeutel aufgeblasen werden kann.

Meine Untersuchungen über das Omentum colicum Halleri ergaben mir folgende Resultate:

Von der Vorderfläche der rechten Niere steigt das Bauchfell nach einwärts sich wendend über den absteigenden Theil des Zwölffingerdarmes herab und fliesst nach innen mit der vorderen Lamelle der vorderen Platte des grossen Netzes zusammen. Nach abwärts zieht dieses vor dem absteigenden Theil des Zwölffingerdarmes herablaufende Blatt über den vorderen Umfang des rechten Theils des queren Grimmdarmes, eine grössere oder geringere Strecke über dessen freien Rand sich fortsetzend herab, schlägt sich dann nach rückwärts und aufwärts, wieder gegen den Quergrimmdarm um, um vom Lig. omentale des Colon transversum an, dem untern Umfange dieses Darmstückes seinen serösen Ueberzug zu geben und weiter in das hintere untere Blatt seines Gekröses sich fortzusetzen. Es finden sich hier somit wie am grossen Netze, dessen unmittelbare rechte Fortsetzung das Omentum colicum Halleri auch darstellt, zunächst zwei vom äusseren Bauchfellblatt abstammende und mit der vordersten und hintersten Lamelle der beiden Platten des grossen Netzes continuirliche Blätter, welche gerade so wie das grosse Netz, von hinten und vorn her durch je eine innere Lamelle, welche den innern, den grossen Netzbeutel unmittelbar einschliessenden Lamellen der beiden Platten des grossen Netzes entsprechen, überzogen werden.

Diese beiden, die oberflächlichen Lamellen des rechten Endes des grossen Netzes von innen her auskleidenden Lamellen bilden einen, wenigstens in einer gewissen Entwicklungsperiode und in einer gewissen Strecke vollständig gegen den grossen Netzbeutel durch eine Scheidewand abgeschlossenen Sack und

zwar verläuft die vordere Abtheilung dieser inneren Lamellen, welche der hinteren Lamelle der vorderen Platte des grossen Netzes entspricht, an die vordere Lamelle des rechten Endes des grossen Netzes natürlicherweise dicht angelegt, mit diesem über den rechten Theil des Quergrimmdarmes, ohne zunächst mit dem letzteren zu verwachsen, nach abwärts, setzt sich gleich der oberflächlichen Lamelle des Omentum colicum Halleri eine Strecke weit über den freien Rand des Quergrimmdarmes hinaus fort und schlägt sich dann so wie dies die vordere Lamelle thut, nach auf- und rückwärts, um sodann zur vorderen Lamelle der hinteren Platte des rechten Endtheiles des Netzes zu werden, sich hierauf an die hintere Lamelle der hinteren Platte des letzteren dicht anzulegen und am Lig. omentale des Colon transversum angekommen, über den oberen Umfang desselben, diesem seinen serösen Ueberzug gebend, in das vordere obere Blatt des rechten Endes des Quergrimmdarmgekröses überzugehen und selbes bis an die Flexura coli hepatica hin zu bilden; ferner weiter nach aufwärts (gerade so wie sich die vordere Lamelle der hinteren Platte des grossen Netzes im Netzbeutel verhält, nachdem sie nämlich das vordere obere Blatt des Quergrimmdarmgekröses gebildet und am unteren Rand des Pancreas angekommen, über die vordere Fläche dieses Organs nach aufwärts zieht und somit auch im oberen Theil des Netzbeutels dessen hintere Wand bildet) eine Partie der Vorderfläche des absteigenden Stückes des Duodenums sammt dem oberen Stück des Kopfes des Pancreas zu überziehen und dann wieder mit derjenigen Abtheilung der inneren Lamelle zusammenzufliessen, welche die hintere Lamelle der vorderen Platte des rechten Endes des grossen Netzes bildet. Diese beiden inneren Blätter der beiden Platten des rechten Endtheiles des Omentum majus mögen vielleicht frühzeitig mit einander verwachsen, doch kann man bei vorsichtig ausgeführter Präparation noch bei Neugeborenen die weniger fest adhärirenden Lamellen von einander trennen und sich überzeugen, dass hier wie linkerseits, oder zwischen den inneren Lamellen des eigentlichen grossen Netzbeutels, ein Raum zwischen den inneren Lamellen des rechten Endes des grossen Netzes existiren musste, in

dessen Hintergrunde das absteigende Stück des Duodenum und der obere Theil des Kopfes des Pancreas, von einer zarten serösen Membran überzogen, liegen. In einem Falle, wo die Verwachsung der beiden inneren, den hohlen Raum des rechten Endes des grossen Netzes auskleidenden Lamellen nur auf einige leicht trennbare dünne Filamente beschränkt war, vermochte ich die das Duodenum und den Kopf des Pancreas überziehende, die hintere Wand dieses Raums bildende Lamelle besonders deutlich nachzuweisen und fanden sich unter dem Mikroskop als Beleg dieser zarten Membran theils rundliche, theils ovale Zellen mit deutlichen Kernen, gleich den Epithelialzellen der übrigen glatten Flächen des Peritoneums, zum Beweise, dass hier einen Raum begrenzende mit ihren glatten Flächen einander gegenüberliegende Lamellen vorhanden waren, was unmöglich der Fall sein könnte, wenn, wie nach der bisherigen Ansicht, der absteigende Theil des Duodenum einfach von dem von der rechten Niere herüberziehenden Blatte überzogen würde, welches dann direkt zum und an den Quergrimmdarm sich begäbe, somit das obere Blatt des rechten Theiles seines Gekröses bilden würde; ferner den oberen Umfang des Darmes überzöge, nach Hansens Ansicht eine Strecke weit über den freien Rand des Quergrimmdarmes herabliefe, um wieder den unteren Umfang dieses Darmstückes zu überziehen und weiter in das untere Blatt des rechten Theiles des Quergrimmdarmgekröses sich fortzusetzen. Nach dieser Ansicht wäre es unmöglich nach Trennung dieser beiden Blätter des rechten Theiles des Quergrimmdarmgekröses und nach Ablösung des oberen Blattes desselben vom absteigenden Theil des Duodenums noch eine Membran als dessen unmittelbaren Ueberzug, sowie Epithelialzellen an letzterem nachweisen zu können, da ja dann unbedingt die rauhen Flächen der beiden Blätter des rechten Theiles des Quergrimmdarmgekröses einander berühren müssten, somit auch nach Trennung der beiden Blätter des Quergrimmdarmgekröses in diesem Bezirke die muskulöse Schicht des Duodenums ganz blosgelegt wäre.

Der hohle Raum, welcher sich in den freien Umschlagsrand des rechten Endes des grossen Netzes herabsetzt, mag

durch Verwachsung der inneren Lamellen von oben nach unten bis an den freien Rand des Quergrimmdarmes allmählich verschwinden, so dass nur der Theil, wenigstens noch bei Neugeborenen, eine Zeit lang offen bleibt, welcher unterhalb des freien Randes des Colon transversum eine Strecke weit sich herabzieht und im Omentum colicum Halleri eingeschlossen ist; dann durch eine mehr oder weniger grosse Oeffnung mit dem eigentlichen grossen Netzbeutel communicirt und im durch Luft aufgeblasenen Zustande, als ein von dem grossen Netzbeutel äusserlich meist durch eine Furche abgeschnürter länglicher, nach rechts und abwärts hin immer schmäler werdender walzenförmiger Sack sich präsentirt. Von dem eigentlichen grossen Netzbeutel ist dieser in dem rechten Ende des grossen Netzes enthaltene Raum durch eine Scheidewand getrennt, welche der Flexura duodeni prima entsprechend, über den rechten Theil des Pancreas von oben nach unten herabläuft und am Grimmdarm endet.

Aus dem oben Gesagten erhellt, dass die vordere Fläche einestheils der Pars descendens duodeni so wie der oberen Partie des Caput pancreatis den nächsten serösen Ueberzug von dem die hintere Wand des in dem rechten Ende des grossen Netzes enthaltenen hohlen Raumes bildenden Bauchfellblatt erhalte, während die hintere Lamelle der vorderen Platte des rechten Endtheiles des grossen Netzes erst nachher mit demselben verwächst, somit, da die beiden Lamellen der vorderen Platte dieses Netztheiles, wie überall eng aneinander liegen, in einer späteren Periode eine Partie des absteigenden Theiles des Duodenum sowie des oberen Theiles des Caput pancreatis eigentlich von drei dicht aneinander gelagerten und mit einander fest verwachsenen Bauchfelllamellen überzogen werden.

Bei einem vier Monate alten Fötus konnte ich den vor dem absteigenden Stück des Duodenums und dem oberen Theil des Kopfes des Pancreas in dem rechten Endtheile des Netzes gelegenen hohlen Raum, welcher durch eine in der später stets zwischen dem eigentlichen Netzbeutel und dem rechten Hohlraum sich vorfindenden Scheidewand vorhandenen rundlichen Oeffnung mit der eigentlichen mittleren Abtheilung des grossen

Netzbeutels communicirte, durch das Winslow'sche Loch sowohl, als auch nachher nach vorgenommener Trennung der mittleren Partie des Netzes durch die vorerwähnte rundliche Oeffnung aufblasen, und in diesem Zustande als einen, am oberen Umfang des rechten Endes des Quergrimmdarms und vor dem absteigenden Stück des Duodenums liegenden kleinen Sack ganz unzweideutig nachweisen. Auch das Omentnm colicum Halleri liess sich, wie auch noch bei Neugeborenen von dem Hiatus epiploïcus Winslowii her, mit Luft füllen, stellte aber einen von dem oberen kleinen Sack durch den vorderen Umfang des rechten Endes des colon transversum getrennten, separaten, kleinen länglichen Sack vor, in welchen gleichfalls eine separate Oeffnung vom rechten unteren Ende der mittleren Abtheilung des grossen Netzbeutels her führte. Der vordere Umfang des rechten Endes des Quergrimmdarmes lag also in diesem Falle zwischen dem oberen und dem unteren, im Omentum colicum Halleri befindlichen Hohlraum; es wäre wohl schwer möglich, hier entscheiden zu wollen, ob diese beiden im rechten Ende des Netzes gelegenen hohlen Räume in der That schon genuin durch den vorderen Umfang des Quergrimmdarmes von einander geschieden waren und mit der Höhle des Netzbeutels durch separate Oeffnungen, als von einander vollkommen getrennte und schon ursprünglich separirte Räume existirten; oder aber als ein ursprünglich einiger Raum (wie mir wahrscheinlicher) erst durch Verwachsung des, gerade dem vorderen oberen Umfang des Quergrimmdarmes entsprechenden Bezirkes der diesen Raum umschliessenden Lamellen entstanden sind.

Bei einem anderen gleichfalls viermonatlichen Fötus konnte ich durch das Foramen Winslowii sowohl das Omentum colicum Halleri, als den schon beschriebenen vor dem absteigenden Stück des Duodenum befindlichen kleinen Sack aufblasen und bildeten diese beiden, im vorigen Falle durch den vorderen Umfang des Quergrimmdarmes getrennten Räume hier einen einzigen Raum.

Bei noch einigen anderen, theils vier, theils fünf Monate alten Embryonen war es mir, wie bei Neugeborenen, nunmehr

möglich, den Raum im Omentum colicum Halleri durch Aufblasen vom Foramen Winslowii her nachzuweisen; jedoch von einem über dem rechten Ende des Quergrimmdarmes und vor dem absteigenden Stück des Duodenum gelegenen Sacke war keine Spur zu bemerken. Auch waren in einem dieser Fälle schon die, den mittleren Abschnitt des grossen Netzbeutels einschliessenden Lamellen im rechten Theil dieses mittleren Abschnittes des Netzbeutels eine Strecke weit mit einander verwachsen.

Bei einem anderen fünf Monate alten Fötus war der im rechten Theil des Netzes eingeschlossene Raum sehr gross und bildete einen mit dem Omentum colicum Halleri zusammenhängenden einzigen Sack. Dieser erstreckte sich nach oben hinter dem Lig. hepatico-colicum bis über den Hals der Gallenblase nach aufwärts, so dass auch noch eine dem Halse nahe gelegene Partie der unteren Fläche der Cystis fellea in den Raum dieses Sackes, der gegen die Gallenblase sich zuspitzte, mit einbezogen war. Nach abwärts zog sich dieser Sack vor einer Partie des absteigenden Stückes des Duodenum herab, so dass nur dessen äusserer Rand ausserhalb, der übrige Theil der Vorderfläche des Zwölffingerdarmes aber, sowie der obere Theil des Kopfes des Pancreas, im Hintergrunde dieses Raumes lagen. Wie dieser im rechten Theile des Netzes eingeschlossene Raum mit dem mittleren Abschnitt des Netzbeutels in Communication stand und zwar, ob entweder gar keine Scheidewand, oder aber, ob denn doch eine solche mit einer Oeffnung vorhanden war, durch welche die Verbindung des rechten mit dem mittleren Raume stattfand, konnte ich in diesem Falle mich nicht entschliessen zu eruiren, da ich den Netzbeutel aus dem Grunde nicht spalten wollte, um diesen exquisiten Fall als schlagenden Beweis für das von mir Gesagte zu jedes Anatomen Einsicht aufbewahren zu können. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass dieser Raum im rechten Endtheil des Netzes nur in manchen Fällen vorkommen sollte, obwohl er in der That nur in manchen Fällen und zwar in verschiedenen Entwicklungsperioden als solcher nachzuweisen ist, und möchte ich, obwohl ich bis nun nicht anzugeben im Stande bin, in welchem Zeitraum der

Entwicklungsperiode die Obliteration dieses Raumes durch Verwachsung vor sich gehen mag, dennoch die Vermuthung aussprechen, dass er bei jedem Individuum zu einer gewissen Zeit sich finden sollte und nur bei dem einen später, bei dem andern früher durch Verwachsuug seiner inneren Lamelle verschwindet. Wenn es auch für jetzt wohl noch unmöglich ist, irgend welche positive Angaben machen zu können, ob dieser, im rechten Theil des Netzes in manchen Fällen sich vorfindende Raum überhaupt bei jedem Individuum, und im bejahenden Falle dann, in welchem Zeitpunkt der Entwicklungsperiode er vorkommt, so war es mir doch auffallend, bei einem sehr schön erhaltenen zehnwöchentlichen Embryo, bei welchem ich, als einer früheren Periode angehörig, gerade über diesen Pnnkt mindestens annähernd einigen Aufschluss zu erlangen hofften, von einem im rechten Theil des Netzes existirenden Raum gar nichts nachweisen zu können. Das verlängerte, noch von der Mittellinie der Wirbelsäule ausgehende Mesogastrium war in diesem Falle noch in keiner Verbindung mit dem Quergrimmdarmgekröse. Je näher das Mesogastrium dem Pylorustheil des Magens kam, desto kleiner wurde der an der grossen Curvatur des Magens sich inserirende Theil desselben; bis es endlich als ein ganz zarter, mit freiem Auge kaum mehr bemerkbarer Saum gerade in der Höhe der Flexura duodeni prima endete. Das Quergrimmdarmgekröse selbst war wie der spätere eigentliche Quergrimmdarm, von rechts nach links nur sehr kurz, da einerseits das absteigende Stück desselben noch fast in der Mittellinie vor der Wirbelsäule herablief und ebenso dessen langes Gekröse von derselben Stelle, nämlich dicht nach links von der Wirbelsäule ausging; andererseits dagegen der Blinddarm, sowie ein Stück des nachherigen Colon ascendens, welches ganz quer gelagert vom Blinddarm aus in einer Flucht in den kurzen Quergrimmdarm überging, ganz frei vor der rechten Niere und der Vorderfläche des absteigenden Stückes des Duodenum zu liegen kamen. Es erstreckte sich das eigentliche Quergrimmdarmgekröse etwas nach innen von der Concavität des absteigenden Stückes des Duodenum vom Kopfe des Pancreas und dicht nach aussen vom rechten Ende des Mesogastrium

beginnend, bis zur Mittellinie der hinteren Bauchwand, allwo es in das, wie schon erwähnt, hier noch in der Mittellinie vor der Wirbelsäule liegende und von derselben ausgehende absteigende Grimmdarmgekröse überging. Das Duodenum war an seiner vorderen sowohl, als an seiner hinteren Fläche von seinem convexen Rande bis an den concaven hin, sammt dem in seiner Concavität eingeschlossenen Caput pancreatis, dessen übriger Theil (Körper und Schwanz) ganz zwischen den Blättern des Mesogastrium eingeschlossen lag, von dem von der Vorderfläche der rechten Niere herüberziehenden Bauchfellblatte überkleidet. Letzteres trat nun hinter dem oberen Theil des Duodenum hinter dem Lig. hepatico duodenale durch das Winslow'sche Loch herein, um in das Septum bursarum omentalium (auf welches ich gleich zu sprechen kommen werde) sich fortzusetzen. Weiter abwärts zog das, von der Vorderfläche der Niere kommende Bauchfell hinter dem absteigenden Stück des Duodenum, ohne zunächst mit dessen hinterer Fläche in Berührung zu treten, sich fortziehend bis an dessen concaven Rand, um von rückwärts her sich auf ihn zu werfen, die hintere Fläche des Duodenum zu überkleiden, ferner über den convexen Rand auf seine vordere Fläche zu übergreifen, diese bis an die vordere Seite des concaven Randes sowie den Kopf des Pancreas zu überziehen und an dem Punkte des rechten äussersten Endes des Mesogastrium in das obere Blatt des Mesocolon transversum überzugehen. Das von Huschke sogenannte Septum bursarum omentalium, das hier, sowie bei einem nachher untersuchten achtwöchentlichen Embryo, stark und zwar viel bedeutender entwickelt war, als es später z. B. bei Neugeborenen und Erwachsenen angetroffen wird, fand ich hier noch sehr oberflächlich gelegen und bildete dasselbe dicht nach links vom Foramen Winslowii eine wahre von der hinteren Wand des kleinen Netzbeutels ausgehende ein wenig schief nach rechts und abwärts verlaufende, mit einer etwas nach rechts und oben gegen das Winslow'sche Loch und einer zweiten etwas nach links und unten gegen die Höhle des Beutels des Mesogastriums gekehrten Fläche versehenen Scheidewand, welche mit ihrem hinteren Rande vor der Wirbelsäule gelagert, von derselben

links neben der Cardia sich entwickelte und mit dem vorderen Rand von dem unteren Ende des Lig. hepatico-duodenale an, an die hintere Seite des concaven Randes des Duodenum herübertrat, um dort mit dem von der rechten Niere herüberziehenden Bauchfellblatt zu verschmelzen. Der obere Rand dieser Scheidewand war halbmondförmig ausgeschnitten und das obere Horn desselben an der Wirbelsäule links neben der Cardia, das untere mehr nach rechts gelegen und hinter dem unteren Ende des Lig. hepatico-duodenale befestigt. Dieser letztere halbmondförmige Rand umschloss das Foramen omenti majoris (Huschke).

Das, wie schon erwähnt, sehr kurze Quergrimmdarmgekröse nahm vor dem Kopf des Pancreas dicht unterhalb des rechten Endes des Mesogastrium seinen Anfang, verlief unterhalb des Mesogastrium an der hinteren Bauchwand bis vor die Wirbelsäule, von wo es in das absteigende Grimmdarmgekröse überging. Das Quergrimmdarmgekröse hing insofern mit dem Mesogastrium zusammen, als das untere linke Blatt desselben, an der hinteren Bauchwand angekommen, unmittelbar in das obere Blatt des Mesocolon transversum sich fortsetzte. Nur an einem einzigen Punkte konnte ich deutlich eine Verbindung des Mesogastrium mit dem Mesocolon transversum nachweisen, nämlich an der äussersten rechten Grenze des Mesogastriums, wo nämlich das von der vorderen Magenfläche herabkommende und weiter in das linke Blatt des Mesogastrium sich fortsetzende Bauchfellblatt, sowie das von der Niere über das Duodenum und den Kopf des Pancreas herüberziehende Blatt zusammenfliessen, um sofort in den rechten Theil des oberen Blattes des Mesocolon transversum sich fortzusetzen. Das obere Blatt des Quergrimmdarmgekröses setzte sich nach links hin vor der Wirbelsäule unmittelbar in das linke Blatt des absteigenden Grimmdarmgekröses fort, und nahm weiterhin seinen Weg über die Vorderfläche der linken Niere. Das untere Blatt des Quergrimmdarmgekröses ging sofort in das obere Blatt des hier noch horizontal stehenden Dünndarmgekröses über dessen späteres rechtes oberes Blatt direkt nach oben, dessen nachheriges linkes unteres Blatt direkt nach unten sah.

Diese beiden Blätter des Dünndarmgekröses nahmen den

Dünndarm zwischen sich, ebenso das noch hoch oben gelagerte Coecum nebst dem noch ganz quer gelagerten und in einer Flucht in das Colon transversum übergehenden nachherigen Colon ascendens bis zu dem Punkte hin, wo unter dem rechten Ende des Mesogastrium ein selbstständiges Mesocolon transversum sich zu entwickeln beginnt. Das untere Blatt des Mesenterium verlief hierauf, an der vorderen Seite des concaven Randes des unteren Querstückes des Zwölffingerdarmes angekommen, über seine vordere Fläche und convexen Rand auf die hintere Fläche, diese Theile mit dem serösen Ueberzuge versehend, bis nahe der hinteren Seite des concaven Randes des genannten Darmes, um von da vor der Wirbelsäule weiter nach abwärts zu laufen und nach links hin in das rechte Blatt des Mesocolon descendens überzugehen.

Von einem vor dem absteigenden Stücke des Duodenum liegenden, innerhalb des vorüberziehenden Bauchfells etwa eingeschlossenen Raume war nichts nachzuweisen und der Quergrimmdarm war überdies, wie gesagt, noch ausser Berührung mit dem Duodenum. Bei durch die Bauchhöhle solcher Embryonen an verschiedenen Punkten geführten Querdurchschnitten lassen sich die Verhältnisse des Mesogastrium und des serösen Ueberzuges des Duodenum sehr gut übersehen und fand ich auch an einem solchen in der Höhe der obersten Partie des absteigenden Stückes des Zwölffingerdarmes geführten Querschnitte der Bauchhöhle, dass der obere Theil des absteigenden Stückes des Duodenum eben nur an einer kleinen, dem vorderen Umfange der Aorta entsprechenden Stelle (denn das absteigende Stück des Duodenum war hier noch stark der Mittellinie genähert) eines serösen Ueberzuges entbehrte; das von der rechten Niere herüberziehende Blatt warf sich nämlich vom seitlichen Umfange der Aorta herüber zur hinteren Fläche des Duodenum nahe dem concaven Rande desselben, während das von der linken Niere herüberziehende Blatt am seitlichen Umfange der Aorta angelangt, ebenfalls den concaven Rand des absteigenden Stückes des Duodenum erreichte, eine kleine Partie desselben von links her überzog, um weiter in das linke Blatt des Mesogastrium sich fortzusetzen. Es waren also hier

das rechte von der Niere zum Duodenum herüberziehende, so wie das linke von der linken Niere herüberkommende, eine kleine Partie des concaven Randes des absteigenden Stückes des Duodenum überziehende und weiter in das linke Blatt des Mesogastrium sich fortsetzende Blatt nur durch eine kleine, dem vorderen Umfange der Aorta entsprechende Partie des absteigenden Stückes des Duodenum von einander getrennt. Etwas weiter nach abwärts jedoch erreichten einander die beiden von der rechten und linken Niere herüber nach einwärts ziehenden Bauchfellblätter, und legten sich vor dem vorderen Umfange der Aorta unmittelbar an einander, liefen von da an, ein vollständiges aus einem rechten und linken Blatte bestehendes Gekröse darstellend, nach vorn, um an der hinteren Seite des Kopfes des Pancreas aus einander zu treten, und zwar das rechte Blatt, um von hinten her an den concaven Rand des absteigenden Stückes des Duodenum zu gelangen und dasselbe vollständig zu umgreifen, das linke aber, um das Corpus und die Cauda pancreatis von hinten und links her zu überziehen und in das linke Blatt des Mesogastrium sich fortzusetzen. Es stellen somit in der Höhe der Mitte des absteigenden Stückes des Duodenum die beiden von der rechten und linken Niere nach der Mitte hinziehenden Bauchfellblätter eine von dem vorderen Umfange der Aorta ausgehende vollständige Duplicatur, ein wahres Magenzwölffingerdarmgekröse vor.

Dass das absteigende Stück des Duodenums später einen unvollkommenen serösen Ueberzug besitze, während es wenigstens bei dem von mir untersuchten zehnwöchentlichen und einem zweiten achtwöchentlichen Embryo, bei welchem ich ganz dasselbe sah, fast vollständig von einem solchen umgeben war, ist bekannt, und kann dieser Vorgang wohl nur durch Zerrung in Folge Wachsthums zu Stande kommen, indem das von der Niere auf die hintere Fläche des concaven Randes des Duodenum sich werfende und weiter diese Fläche überziehende, ferner über den convexen Rand des absteigenden Stückes dieses Darmes auf dessen vordere Fläche übergreifende Blatt mehr und mehr nach aussen rückt und in Folge dieses Vorganges die hintere Fläche der Pars descendens duodeni nach und nach

vom Bauchfellüberzug entblösst und hierauf unmittelbar mit der Vorderfläche der rechten Niere und dem vorderen Umfang der unteren Hohlader in Contact geräth. Es erscheint mir daher auch nicht unwahrscheinlich, dass durch das nach Aussenrücken des von der Niere zum Duodenum herüberziehenden Blattes auch das durch das Winslow'sche Loch eingestülpte, dem Netzbeutel angehörende Blatt mitgezerrt werde und dem ersten nachrücken könne, somit vor eine Partie der Vorderfläche des absteigenden Stückes des Duodenum, sowie den oberen Theil des Kopfes des Pancreas herübergelangt und diese in das Bereich des Netzbeutels hereinzieht. Es würde also durch diesen Vorgang der, dem rechten Ende des Netzes angehörende Antheil, bei mindestens einem Theil der Vorderfläche des absteigenden Stückes des Duodenum und des oberen Theiles des Kopfes des Pancreas allmählich herübergezogen und an die Stelle des früheren von der Niere zu diesem herüberziehenden serösen Ueberzuges selbst rücken, und hätte diese Sache einigermassen mit dem Vorgange Aehnlichkeit, wie Meckel und nach ihm auch Johannes Müller ursprünglich glaubten, dass die hintere Platte des Netzes durch Zerrung und allmähliges Wachsthums nach und nach zu dem Quergrimmdarmgekröse werde, indem die hintere Lamelle des grossen Netzes in Folge ihrer Ausdehnung das obere Blatt des Anfangs ohne Zweifel selbstständigen und vom Mesogastrium unabhängigen Quergrimmdarmgekröses nach und nach weiter herabziehe, an die Stelle des oberen Blattes des Quergrimmdarmgekröses sodann nach und nach die vordere Lamelle der hinteren Netzplatte selbst rücke, und endlich vollständig zum oberen Blatte des Quergrimmdarmgekröses werde. Mir scheint dieser Vorgang sehr wahrscheinlich, und aus diesem Grunde Frorieps Anschauung, weil auf dieser Ansicht fussend, die einzig richtige. Was Meckel und Müller bewogen haben mag, von dieser Ansicht abzugehen, und die andere, nämlich Verwachsung der hinteren Lamelle der hinteren Netzplatte mit dem oberen Blatte des selbstständigen Quergrimmdarmgekröses aufzustellen, weiss ich nicht, und wenn Meckel und Müller einzig und allein keine anderen triftigeren und stichhaltigeren Gründe anzufüh-

ren wussten, als dass es ihnen gelungen sein will, diese vermeintliche Verwachsung durch Trennung zu lösen, und wenn Andere ihnen dieses nachbeten, so erscheint dieses geradezu lächerlich, da es erstens bei der zartesten Behandlung der noch jüngeren, demnach auch noch zarteren Embryonen beinahe unmöglich erscheint, Trennungen solcher, ich möchte sagen spinngewebiger Membranen auszuführen, und zweitens, sollte wirklich irgend eine Trennung solcher Membranchen, welche oft schon durch das vorsichtigste Lufteinblasen reissen und bersten, und dies in noch höherem Grade thun werden, selbst wenn man ein noch so delikates Verfahren mit unseren und wenn auch noch so feinen, für solche Objecte aber immerhin noch zu rohen Instrumenten anwendet, gelungen sein, so hat man mit solchen Trennungen soviel als nichts gewonnen, im Gegentheil, man hat, so viel ich mich überzeugte, nur noch mehr Verwirrung hereingebracht, da man dann in der That nicht weiss, was man getrennt, gelöst oder zerrissen hat, somit auf solche Manipulationen hin nicht viel bestimmte Schlüsse sich erlauben darf. Es wäre, um nach dieser Abschweifung wieder auf den früheren Punkt zurückzukommen, vielleicht nicht unmöglich, doch verwahre ich mich sehr ernstlich vor einer etwa entschieden ausgesprochenen Behauptung, dass die Entstehung dieses Raumes vor dem absteigenden Stück des Duodenum nicht in den frühesten Perioden des Embryolebens, vielmehr erst später, vielleicht im dritten Monate, zu suchen sei, dass dieser Raum dann bei einem Individuum eine längere, bei einem anderen eine kürzere Zeit bestünde, um hierauf wieder durch Verwachsung zu verschwinden so, dass hinterher bei dem Neugeborenen als letzter Rest dieses Raumes nur noch der im Omentum colicum Halleri befindliche Bezirk übrig bleibt bis auch dieser später verschwindet. Es sind dies, wie gesagt, blosse Vermuthungen und werden vielleicht weitere, auch von anderen fortgesetzte Untersuchungen diese entweder bestätigen und erhärten oder auf ein anderes Mass zurückführen.

Ich muss demnach meinen Befunden zufolge annehmen, dass das vordere obere Blatt des Quergrimmdarmgekröses von der Flexura coli hepatica an, bis zur

Flexura coli lienalis hin von einer und derselben Lamelle gebildet werde, nämlich derjenigen, welche im mittleren Bezirke des grossen Netzes die hintere Lamelle dessen vorderer Platte, so wie nach ihrem Umschlagen die vordere Lamelle dessen hinterer Platte bildet und am mittleren Abschnitt des Lig. omentale des Quergrimmdarmes angekommen, den oberen Umfang desselben überzieht und schliesslich in das vordere obere Blatt des Quergrimmdarmgekröses übergeht. Am linken Ende des Quergrimmdarmgekröses wird dessen vorderes oberes Blatt durch diejenige Lamelle gebildet, welche ebenfalls den inneren Lamellen der beiden Netzplatten entspricht und in das Lig. pleuro-colicum sich erstreckt; am rechten Ende des Quergrimmdarmgekröses endlich wird das vordere obere Blatt desselben durch die Lamelle gebildet, welche den hohlen Raum im rechten Ende des Netzes auskleidet.

Nach der gegenwärtig herrschenden Ansicht verhält sich das Quergrimmdarmgekröse in seinem rechten Theile etwas anders. Es besteht nämlich wie überall aus zwei Blättern, einem oberen vorderen und unteren hinteren, wovon das erstere in diesem Bezirke von der Vorderfläche der Niere zum absteigenden Stück des Duodenum herüberkommt, dieses überzieht und weiterhin zum vorderen oberen Blatt des rechten Endstückes des Quergrimmdarmgekröses wird. Das hintere untere Blatt dieses Gekröses, welches dieser Ansicht zufolge, in dieser Gegend nicht so hoch heraufreicht, wie in der Mitte, steigt vor dem unteren Querschnitt des Zwölffingerdarmes herauf, um, erst weiter von der Wirbelsäule entfernt, an das vordere obere Blatt des Quergrimmdarmgekröses sich anzulegen. Es muss daher, da die beiden Platten des Mesocolon transversum in diesem Bereiche an der Wirbelsäule sich bedeutend von einander entfernen, zwischen denselben ein dreieckiger Raum übrig bleiben, worin sich namentlich das absteigende Stück des Zwölffingerdarmes, sowie der Kopf des Pancreas befinden. Dass dieser Raum nun nicht ein gewöhnlicher d. h. durch ein einfaches

Auseinanderweichen der beiden Blätter des Quergrimmdarmgekröses in diesem Bezirke entstandener sei, sondern der Netzbeutel selbst an seiner Bildung partizipire, habe ich im Vorhergehenden erörtert, und würde demnach meiner Ansicht zufolge auch die Höhle des grossen Netzbeutels selbst eigentlich aus 3 Abschnitten bestehen, nämlich einem mittleren und zwei seitlichen und zwar einem rechten und linken, welche entweder vollständig durch Scheidewände gegen einander abgeschlossen sind (wie ich oben einen solchen Fall anführte, wo der im linken Ende des grossen Netzes und im Lig. pleurocolicum enthaltene Raum durch eine Scheidewand gegen den grossen Netzbeutel vollkommen abgetrennt war) oder aber nur in einem gewissen Bezirk durch eine Scheidewand gegen den mittleren Abschnitt des Netzbeutels abgeschlossen sind, wie der im rechten Ende des Netzes eingeschlossene hohle Raum in seinem oberen Theil, während er in seinem unteren Abschnitte, dem eigentlichen Omentum colicum Halleri, mit dem mittleren Abschnitt des grossen Netzbeutels in Communication bleibt; oder aber, wo der seitliche Raum ganz oder durch eine mehr oder weniger grosse Oeffnung mit dem mittleren Abschnitte des grossen Netzbeutels in Communication bleibt, wie der im linken Endtheil des Netzes eingeschlossene Sack und rechterseits das Omentum colicum Halleri.

Ich brauche wohl nicht hinzuzufügen, dass das hier Gesagte nur noch bei Neugeborenen Geltung haben könne, da später die Verhältnisse durch Verwachsung sich ändern und, wie bekannt, auch der mittlere Bezirk des grossen Netzbeutels vom freien Rande des grossen Netzes an bis zum Quergrimmdarme sich schliesst und nur der hinter dem Magen befindliche und bis an den Quergrimmdarm reichende Theil desselben durch das ganze Leben persistirt.

Schliesslich will ich noch einige Bemerkungen und Berichtigungen über das Mesenteriolum des Processus vermiformis, die Plica und den Recessus ileocoecalis hinzufügen.

In vielen Fällen wird der Wurmfortsatz des Blinddarmes an seiner Einsenkungsstelle und eine grössere oder geringere Strecke unter dieser herab zwischen die Enden der beiden Blätter des Dünndarmgekröses aufgenommen, wo diese sodann an den serösen Ueberzug des Coecum sich fortsetzen, um seinen hinteren unteren und vorderen oberen Umfang zu überziehen.

Der Wurmfortsatz erhält sein Gekröschen in diesen Fällen erst dann, nachdem er zwischen den beiden Platten des Dünndarmgekröses hervorgetreten und frei geworden und hernach in eine Duplicatur entweder des rechten oder linken Blattes des Dünndarmgekröses aufgenommen worden ist.

Was nun eben gerade dieses Gekröschen des Wurmfortsatzes anbelangt, variiren die Angaben ausgezeichneter anatomischer Schriftsteller darüber in ganz auffallendem Grade, indem einige dasselbe stets nur an der hinteren, andere dagegen stets nur an der vorderen Seite der Einsenkungsstelle des Ileum in den Dickdarm verlaufen lassen.

Bei meinen Untersuchungen traf ich beide Fälle, so dass ich weder den einen, noch den anderen allein als Regel gelten lassen möchte, doch häufiger begegnete ich noch dem ersteren, wo nämlich das Mesenteriolum processus vermiforis an den hinteren Umfang der Einsenkungsstelle des Ileum in das Coecum zu liegen kommt und das Mesenteriolum sodann einen Anhang des linken Blattes des Dünndarmgekröses bildet, als den zweiten Fall, wo das Gekröschen vor der Einsenkungsstelle des Ileum sich findet und dann eine Duplicatur des rechten Blattes des Dünndarmgekröses darbietet.

Ich beobachtete in zahlreichen Fällen, dass dieses variirende Verhalten des Gekröschens vornehmlich durch den Verlauf der Art. appendicularis der Ileocolica bedingt werde, da dieser kleine Ast einmal vor, ein andermal hinter dem Endstücke des Ileum zum Wurmfortsatz hinab verläuft. Ist das erstere der Fall, dass nämlich der Ramus appendicularis vor dem Endstücke des Ileum an den Wurmfortsatz tritt, so kommt das Mesenteriolum ebenfalls vor das Endstück des Ileum zu liegen und gehört dem rechten Blatte des Dünndarmgekröses an; tritt der letztere Fall ein, dass die Art. vermicularis hinter dem

Endstücke des Krummdarms ihren Weg nimmt, dann liegt auch das Mesenteriolum auf der hinteren Seite des Endstückes des Ileum und bildet einen Anhang der linken Lamelle des Dünndarmgekröses. Ausser den von der Art. vermicularis zum Wurmfortsatz abgehenden und zwischen den beiden Blättern des Gekröschens verlaufenden Aestchen geht noch, wenigstens sehr oft, entweder von der Art. vermicularis selbst oder auch von einem der von ihr zum Wurmfortsatz abtretenden Aestchen ein kleines Gefässchen ab, welches bogenförmig von der convexen, dem Wurmfortsatz zugekehrten Seite der Art. vermicularis gegen den freien Rand des Endstückes des Ileum hinzieht. Dieses Gefässchen wird stets, und je freier es verläuft, durch eine desto vorspringendere Duplicatur eines Blattes des Gekröschens eingehüllt und zwar dort, wo es einen Anhang des linken Blattes des Dünndarmgekröses bildet, von einer durch das rechte Blatt dieses Gekröschens gebildeten Falte, in dem anderen Falle aber, wo das Mesenteriolum einen Anhang des rechten Blattes des Dünndarmgekröses bildet, in eine von dem linken Blatte des Gekröschens gebildete Falte aufgenommen.

Huschke sagt bei der Gelegenheit, wo er das Gekröschen des Wurmfortsatzes behandelt, dass durch Anziehen des letzteren drei scharfe Ränder an dem Mesenteriolum desselben sich hervorheben, wovon zwei Ränder, der vordere und hintere, hier namentlich in Betracht kommen.

Der vordere Rand des Gekröschens, den Huschke beschreibt, ist diejenige halbmondförmige Falte, welche Luschka als Plica ileocoecalis anführt, jedoch nicht ganz mit dem richtigen Namen bezeichnet hat; und welche mit dem einen Horne in das Gekröschen des Wurmfortsatzes, mit dem andern in den serösen Ueberzug des freien Randes des Endstückes des Ileum; andererseits mit ihrem convexen Rande theilweise in die Basis des Mesenteriolum, theilweise in den serösen Ueberzug des Coecum sich verliert; während in ihrem freien concaven, sichelförmigen Rande in manchen Fällen jenes vorhin erwähnte kleine Gefässchen gegen den freien Rand des Endstückes des Ileum hin verläuft. Doch vermisste ich dieses Gefässchen oft genug

an dieser Stelle der Falte ganz, oder aber ich fand es weiter in dieselbe eingeschoben.

Der hintere Rand des Mesenteriolum zieht sich nach Huschke hinter dem Endstück des Ileum in die Wurzel des Gekröses hinauf. Dabei hatte dieser Autor den Fall vor Augen, wo das Gekröschen hinter dem Endstücke des Ileum hinabläuft.

Luschka führt das Gegentheil an und betrachtet das Mesenteriolum als einen Anfang des rechten Blattes des Dünndarmgekröses, hat daher gerade den, wenigstens meinen Erfahrungen zufolge, minder häufig vorkommenden Fall beobachtet. Die Wahrheit ist, dass das Verhalten des Gekröschens zu dem Endstücke des Ileum variirt, indem dasselbe einmal am vorderen, ein andermal am hinteren Umfange des letzteren sich findet.

Diejenige Falte, welche Huschke als vorderen Rand des Gekröschens beschreibt und welche Luschka die Plica ileocoecalis nennt, bildet einmal in der That den vorderen Rand des Gekröschens und geht dann von der rechten Lamelle des Gekröschens aus, wenn dasselbe als Anfang des linken Blattes des Dünndarmgekröses sich darstellt; ein andermal jedoch bildet sie wieder den hinteren Rand des Mesenteriolum und geht von der linken Lamelle des Gekröschens aus, wenn dieses durch eine Duplicatur des rechten Blattes des Mesenteriums erzeugt wird; natürlicherweise muss dann derjenige Rand, den Huschke als hinteren Rand des Gekröses anführt, ebenfalls seine Stelle ändern und einmal (im ersteren Falle) als hinterer, ein andermal (im letzteren Falle) als vorderer Rand des Mesenteriolum sich präsentiren. Zwischen den zwei erwähnten Rändern des Mesenteriolum entsteht nun, wie Huschke angiebt, eine nach aufwärts sich öffnende Tasche, welche von Luschka als Recessus ileocoecalis beschrieben wurde. Aus dem Voranstehenden wird ersichtlich, dass nun auch diese Tasche weder einmal ausschliesslich am hinteren, ein andermal am vorderen Umfang des Endstückes des Ileum angetroffen wird, sondern ebenfalls ihre Lage ändern muss, indem sie einmal vor der Einsenkungsstelle des Ileum in das Coecum, ein andermal hinter derselben gefunden wird.

In Luschka's Handbuch der Anatomie des Menschen,

2. Bd., finden sich Seite 171 einige Unrichtigkeiten und Widersprüche in der Beschreibung des Mesenteriolum und der hierzu Seite 172 beigefügten Abbildung. Luschka hat, so viel ich aus dieser Abbildung ersehe, gerade den Fall abgebildet, den ich für den häufiger vorkommenden erklären muss, nämlich, wo das Mesenteriolum des Processus vermiformis hinter dem Endstücke des Ileum herabläuft, somit einen Anhang des linken Blattes und nicht, wie dieser Autor angiebt, immer einen Anhang des rechten Blattes des Dünndarmgekröses darstellt.

Die Plica ileo-coecalis bildet in einem solchen Falle, wo nämlich das Gekröschen einen Anhang des linken Blattes des Dünndarmgekröses darstellt, immer den vorderen Rand des Gekröschens und verliert sich, wie Seite 171 bei Luschka, wo von der Plica ileocoecalis die Rede ist, ganz richtig angegeben wird, in das rechte Blatt des Mesenteriolum.

Es ist daher die eine oder die andere Behauptung Luschka's unrichtig, da er beide vorkommenden Fälle mit einander zusammengeworfen und die Beschreibung doch nur von einem Falle gelten soll, da er von vorkommenden Lagenänderungen des Gekröschens nichts erwähnt.

Auch in dem Punkte gehen die Meinungen Huschke's und Luschka's auseinander, dass ersterer die zwischen vorderem und hinterem Rand des Gekröschens befindliche Tasche sich nach aufwärts, letzterer dagegen den Recessus ileocoecalis nach abwärts in der Richtung der Höhle des kleinen Beckens sich öffnen lässt. Weder das eine noch das andere Verhalten der Mündung des Recessus ileocoecalis ist die Regel und finden sich auch hier wieder beide Fälle vor.

Im Allgemeinen möchte ich sagen, dass in dem Falle, wo das Gekröschen des Wurmfortsatzes einen Appendix des linken Blattes des Dünndarmgekröses darstellt, daher hinter dem Endstück des Ileum herabläuft, der Recessus ileocoecalis sich nach aufwärts, in dem zweiten Falle, wo das Mesenteriolum aber einen Anhang des rechten Blattes des Dünndarmgekröses bildet, daher vor dem Endstücke des Ileum gelagert ist, sich nach abwärts öffne, obwohl ich mit dieser Behauptung durchaus keine Regel aufgestellt haben will, da auch hier Ausnahmen

sich finden, und wie ich sehe, von der Entwicklung der Plica ileocoecalis und namentlich von dem Verlauf des freien concaven Randes derselben abhängig sind, indem der concave Rand dieser Falte einmal mehr nach rückwärts und aufwärts, ein andermal wieder mehr nach abwärts und vorn gerichtet ist.

Die Plica ileocoecalis selbst kann verschiedene Grade der Entwicklung erfahren und so gross werden, dass die beiden Hörner des freien Randes einander sehr genähert werden, ja vollständig zusammenfliessen, wie ich erst jüngst an einer Kinderleiche beobachtete und das Präparat aufbewahre, wo die Plica ileocoecalis eine 2 Linien grosse runde und scharfrandige Oeffnung begrenzte, welche in eine 9 Linien lange und 4 Linien weite, im aufgeblasenen Zustande wie eine grosse Blase sich ausnehmende Tasche führte (einen colossalen Recessus ileocoecalis, wenn man will), welche 9 Linien weit von der Einsenkungsstelle des Ileum in das Coecum am unteren Umfange des Krummdarmes sich erstreckte und nur durch die vorhin erwähnte runde Oeffnung mit dem übrigen Bauchfellsacke in Communication stand.

Doch mögen Fälle von so bedeutender Entwickelung der Plica und des Recessus ileocoecalis sich nur äusserst selten finden, wenigstens begegnete er mir unter einer nicht unbedeutenden Anzahl von Kindesleichen, die ich behufs des Studiums über das Peritoneum untersuchte, nur ein einziges Mal.

Dass aber in solchen Fällen durch einen localen entzündlichen Prozess und gesetztes peritoneales Exsudat eine so kleine Oeffnung sich verlöthen und die hierdurch verschlossene Tasche zu einer Cyste sich umgestalten könne, wie Schott nachgewiesen, ist immerhin sehr möglich und mir wahrscheinlicher, als die Verlöthung der Wandungen des Recessus ileocoecalis, wie er unter gewöhnlichen Umständen als eine mit einer mehr oder weniger weiten Mündung versehenen Tasche gefunden wird, wobei anzunehmen ist, dass die Verlöthung wohl zunächst eher von dem schmäleren engeren, der Einsenkungsstelle des Ileum in das Coecum angrenzenden Bezirk der Tasche, als von den Wandungen der viel weiteren Mündung derselben beginnen

und daher nicht so leicht Anlass zur Cystenbildung gegeben wird.

Ich erinnere daran, dass auch der Ramus anterior art. coecalis, welcher in der Furche der Einsenkungsstelle des Ileum in das Coecum und zwar zumeist dicht in dieselbe unter das knapp darüber hinziehende Bauchfell gelagert verläuft, nicht selten aber auch oberflächlicher und dann in eine mehr oder weniger weite Bauchfellduplicatur eingehüllt zu liegen kommt, welche mit ihrem halbmondförmig ausgeschweiften Rande nach abwärts sieht, stets einen Anhang des rechten Blattes des Dünndarmgekröses darstellt und mit dem vorderen Umfang der Uebergangsstelle des Ileum in das Coecum ebenfalls eine seichtere oder tiefere nach abwärts sich öffnende Tasche (welche ich jüngst bei einem 7 Monate alten Fötus $1^1/_2$ Lin. tief fand) begrenzt, welche nicht weniger auf den Namen Recessus ileocoecalis Anspruch hat, und so gut wie der letztere unter gewissen Umständen zu einer Cyste sich umgestalten könnte.

Prag, den 1. Juni 1867.

Erklärung der Abbildung.

Diese schematische Figur ist der von Prof. Hubert Luschka seiner Anatomie des Menschen (2. Band, I. Abtheilung „der Bauch“ Seite 160) dem Texte beigedruckten Fig. XV. nachgezeichnet, jedoch sind die auf meinen Aufsatz „Ueber den Peritonealüberzug der Milz“ Bezug nehmenden nothwendigen Modificationen an derselben vorgenommen worden. Die schematische Zeichnung stellt einen Querschnitt der Bauchhöhle in der Höhe des 12. Brustwirbels vor.

1 Leber. *2* Magen. *3* Milz. *4* Niere. *5* Nebenniere. *6* Höhle des Netzbeutels. *7* Pancreas. *8* Aorta. *9* untere Hohlvene. *10* Art. lienalis. *11* Vas gastricum breve. *12* Bauchfell. *13*, *13'* vorderes, linkes und hinteres, rechtes Blatt des Lig. gastro-lienale.

Die Architectur der Spongiosa.

(Zehnter Beitrag zur Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.)

Von

Prof. G. Hermann Meyer in Zürich.

(Hierzu Taf. XVIII.)

Die Substantia spongiosa der Knochen macht im Allgemeinen den Eindruck einer regellosen Häufung von Knochenbalken und Knochenplättchen, welche dicker oder dünner sein können und in Bezug auf ihre Anordnung weitmaschig oder engmaschig.

Indessen lassen sich doch in der Anordnung und Gestaltung der Spongiosa gewisse typische Verschiedenheiten erkennen, und ich habe aus diesem Verhalten bereits in meinem Aufsatze über die Entwickelung des Knochens (Müller's Archiv, 1849, S. 328) Veranlassung genommen, zwei Grundformen der Spongiosa aufzustellen, welche ich als ächte und als falsche bezeichnete. Ich glaubte die Charakteristik dieser beiden Formen dahin geben zu können, dass die ächte Spongiosa aus der ursprünglichen Knorpelanlage des Knochens hervorgehe, die falsche dagegen durch den mit der Ausbildung des Knochens verbundenen inneren Auflösungsprocess aus Substantia dura gebildet werde. Ursache für eine solche Auffassung war mir die Anordnung und der Ort des Vorkommens der beiden Formen, indem die als falsche Spongiosa hingestellte Anordnung der Knochenmasse sich in unmittelbarem Anschlusse an die vorhandene Dura findet, und in ihrer Zusammensetzung aus parallelen Lamellen, welche durch quergehende Stäbchen verbunden sind, die entschiedenste Aehnlichkeit darbietet mit den von dem

Perioste gelieferten jüngeren Schichten der Dura. Entgegengesetzt diesem Verhalten ist die wahre Spongiosa aus dünnen Balken gebildet und rundmaschig und findet sich mehr in dem Inneren des Knochens, wo sie allmählich in das spinnengewebeähnliche Netzwerk von Knochensubstanz übergeht, welches an vielen Stellen sich noch in dem Marke eingeschlossen findet.

Obgleich die angegebene Motivirung dieser Unterscheidung mancherlei Annehmbares bietet, so kann ich sie doch auf neuere Untersuchungen hin nicht mehr als entsprechend erkennen, wenn auch die Unterscheidung selbst im Wesentlichen richtig bleibt.

Ich finde nämlich, dass der Spongiosa keinesweges nur die Bedeutung zukommt, eine solche Anordnung der Knochenmasse zu sein, in welcher diese bei grösserem äusserem Umfange dennoch nicht zu schwer in's Gewicht fällt. So sehr diese, die geläufige, Ansicht über die Bedeutung des spongiosen Gefüges der Knochensubstanz als richtig festzuhalten ist und so treffend sie auch darauf hinweist, warum wir überhaupt an so vielen Stellen spongioses Gefüge finden, so müssen wir uns andererseits doch auch überzeugen, dass die Art der Anordnung der Spongiosa eine solche ist, dass bei der in derselben gegebenen Rarefaction der Knochensubstanz die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Knochen doch eine in möglichst hohem Grade verbürgte ist. Wir finden nämlich bei genauerer Untersuchung, dass die Spongiosa eine, wenn man so sagen darf, wohlmotivirte Architectur zeigt, welche mit der Statik und der Mechanik der Knochen im engsten Zusammenhange steht und deswegen an demselben Orte in derselben Gestalt wiederkehrt. Ausnahme bildet hiervon allein die in die grösseren Markräume hineinragende und als zartes Fadennetz das kompactere Mark, gleichsam als dessen Stütze, durchziehende Spongiosa. Diese ist nur als bedeutungsloses Ueberbleibsel von derjenigen Auflösung der Knochensubstanz anzusehen, welche im Verlaufe der Entwickelung des Knochens vor sich geht.

Untersucht man die Spongiosa in Bezug auf die durch ihre Anordnung gegebene Widerstandsfähigkeit derselben, so findet man solche Formen, welche nur für einseitigen Wi-

derstand eingerichtet sind, und solche, welche im Stande sind, mehrseitigen Widerstand zu leisten.

Die einfachste Form und zugleich Grundform der Spongiosa ist die auf einseitigen Widerstand eingerichtete. In typischer Weise findet sich diese ausgesprochen an dem unteren Ende der Tibia. Ein Durchschnitt durch dieses im Sinne einer vertikalen Querebene des Körpers (frontaler Durchschnitt) zeigt das in Fig. 3 schematisch dargestellte Bild: von der Gelenkfläche erheben sich nämlich Plättchen, welche, untereinander parallel gelagert, sich seitwärts gegen die Dura erheben und allmählich in dieselbe übergehen; die äusseren Plättchen sind die kürzesten, die inneren die längsten; und das Ganze sieht aus, wie ein System von Strebepfeilern, bestimmt, die Dura zu stützen. Beachtet man indessen die Gestalt der Dura genauer, so gewinnt man vielmehr das Bild, dass ein jedes der Plättchen sich unmittelbar in die Dura fortsetzt und Antheil an der Bildung derselben nimmt; man sieht deshalb auch in dem Verhältnisse, wie allmählich sich mehr und mehr Plättchen an die Dura anlegen, diese gegen die Mitte der Länge des Knochens hin immer dicker werden. Die Dura erscheint somit als eine Zusammendrängung der Plättchen der Spongiosa, oder auch, wenn man es lieber so auffassen will, erscheint die Spongiosa als eine successive Abblätterung der Dura. Es tritt sogleich in die Augen, dass bei dieser Anordnung der durch die Dura des Mittelstückes der Tibia von oben her fortgesetzte Schweredruck auf die ganze Gelenkfläche vertheilt und auf diese Weise der ganzen Gelenkfläche der Astragalusrolle übergeben wird. Die beschriebenen Plättchen sind aber nicht freistehend, sondern sind unter einander verbunden durch dünne rundliche oder abgeflachte Stäbchen, welche in ungefähr senkrechter Richtung zu den Ebenen der beiden durch sie vereinigten Plättchen stehen. Auf diese Weise werden die Plättchen gegenseitig so aneinander geheftet, dass ein jedes direkt oder indirekt mit allen anderen verbunden ist und dadurch ein Ausweichen oder Ausbiegen eines einzelnen Plättchens unmöglich gemacht wird.

Durchkreuzen sich zwei solche Plättchenzüge, so entsteht dadurch im Schema ein Netzwerk mit rhombischen Lücken:

durch Abrundung der Ecken erhalten diese aber eine rundliche Gestalt und eine solche rundmaschige Spongiosa ist dann, wie leicht einzusehen, allseitig widerstandsfähig. Eine typische Anordnung dieser Art findet sich in dem oberen Ende der Tibia in einiger Entfernung unter der Eminentia intermedia (vergl. Fig. 4).[1])

Rundmaschiges Gefüge dieser Art ist grossmaschig und mit starken Balken versehen. Neben diesem findet sich aber auch noch ein anderes rundmaschiges Gefüge, welches kleine Maschenräume und dünnere Balken besitzt; es wird an allen solchen Knochenstellen angetroffen, welche, ohne einer direkten stärkeren Belastung ausgesetzt zu sein, doch einer allseitigen Widerstandsfähigkeit bedürfen. Solche Stellen sind z. B. die Epicondylen des Oberschenkels und der Malleolus internus der Tibia.

Wie nun durch diese Anordnungsweisen der Lamellen der Spongiosa eine wirkliche innere Architectur der Knochen aufgebaut wird, ist am Schönsten an dem Astragalus und dem Calcaneus zu sehen, an welchen, namentlich am letzteren ich zuerst auf diese Verhältnisse aufmerksam wurde.

In dem Astragalus (vergl. Fig. 1) sieht man nämlich auf einem von hinten nach vorn in senkrechter Richtung gelegten (sagittalen) Schnitte von der Gelenkfläche der Rolle aus zwei Plättchensysteme ausgehen, von welchen das eine auf die das Naviculare berührende Gelenkfläche des Kopfes hingeht, das andere aber auf die untere Hohlfläche, welche sich auf den Körper des Calcaneus stützt. Der Astragalus ist damit als der Scheitel eines vervielfältigten Sparrenwerkes hingestellt.

Den Druck des Astragalus nimmt nach hinten der Calcaneus auf, und der Fortpflanzung desselben entsprechen dann

---

1) Aehnliches sieht man an dem Os cuboides (Fig. 9), in welchem die von der vorderen und von der hinteren Gelenkfläche ausgehenden Plättchensysteme sich wegen der gegenseitigen Lage dieser Flächen unter einem Winkel treffen müssen, weshalb dann ein mehr oder weniger grosser, mittlerer Theil des Kuboides mit starker rundmaschiger Spongiosa ausgefüllt ist.

in diesem Knochen zwei scharf ausgesprochene Plättchensysteme, ein hinteres, welches gegen die Tuberositas calcanei und den Boden hingeht, und ein vorderes, welches gegen die für das Cuboides bestimmte Gelenkfläche gerichtet ist. Beide sind so scharf von einander geschieden, dass eine deutliche, dreieckige Lücke zwischen ihnen unterhalb des Sulcus calcanei offen bleibt, welche in fast keinem einzigen Exemplare vermisst wird. Einen dritten Plättchenzug, welcher von hinten nach vorn an der unteren Seite des Calcaneus sich hinzieht, werde ich in Späterem noch weiter berücksichtigen; für jetzt mag er in dem ebenfalls ein Sparrenwerk darstellenden Gefüge des Calcaneus als ein gegen den Sparrenschub (Horizontalschub) angebrachtes Streckband angesehen werden.

Das vordere Plättchensystem des Astragalus setzt sich in derselben Richtung, in welcher es in den Kopf des Astragalus eingedrungen ist, durch das Naviculare und durch das Cuneiforme I fort und wird von dem Os metatarsi I in gleicher Weise aufgenommen, wie der Gegendruck des Astragalus von der Tibia, indem nämlich von der Gelenkfläche der Basis in gleichmässiger Vertheilung Plättchen abgehen, welche sich dann allmählich zur Bildung der Dura des Mittelstückes sammeln. Aus dieser lösen sich dann gegen vorn die Plättchen wieder allmählich ab, um in eigenthümlich gekreuzter Richtung sich in die Gelenkfläche des Köpfchens einzupflanzen. Man kann dieses so ansehen, dass man eine Ueberpflanzung des Druckes auf die erste Phalanx durch das eine aus der unteren Dura entstehende System annimmt und eine Ueberpflanzung des Druckes auf die Sesambeine und den Boden durch das zweite aus der oberen Dura hervorgehende System. — Indessen wurde durch Hrn. Prof. Culmann (Verfasser der graphischen Statik) als ich diesen Gegenstand im Spätsommer 1866 der Zürcherischen naturforschenden Gesellschaft vorlegte, darauf aufmerksam gemacht, dass die Richtung der bezeichneten Plättchensysteme in dem Köpfchen des Os metatarsi I dieselben Linien darstelle, welche die graphische Statik als Druck- und Zug-Curven (genauer: Curven des maximalen Druckes und des maximalen Zuges) zu bezeichnen pflegt; es sind dieses

diejenigen Linien, welche die Richtungen bezeichnen, in denen die Druck- und Zugwiderstände gegen eine Gewalteinwirkung sich rein (ohne Beimengung „scheerender Kräfte") und deshalb am concentrirtesten darstellen. In diesem Sinne ist das aus der unteren Dura hervorgehende Plättchensystem als ein System von Zugkurven anzusehen und demnach als eine Verkörperung von solchen besonders geeignet, sich der Spannung und Zerreissung durch den Gegendruck des Bodens zu widersetzen, — und in gleicher Weise erscheint dann das aus der oberen Dura hervorgehende Plättchensystem als ein körperlich dargestelltes System von Druckcurven, welche die Richtung der Druckwiderstände gegen den Gegendruck des Bodens bezeichnen.

In dem Obigen wurde bereits des in der Hauptsache dem Boden parallel laufenden Zuges an der unteren Seite des Calcaneus gedacht. Er wurde dort als eine Art von Streckband gegen den Horizontalschub hingestellt und eine solche Bedeutung besitzt er auch unzweifelhaft. Wir finden dieses Princip ja überhaupt in der Architectur ganzer Knochencombinationen und in derjenigen des inneren Gefüges einzelner Knochen deutlich ausgesprochen. In ersterer Beziehung erinnere ich an die Bandmassen, welche den Bau einer Gewölbeconstruction (besser: eines Bogenhängewerkes) z. B. an dem Fusse ermöglichen, — in letzterer Beziehung verweise ich vorläufig auf ein in der Richtung von vorn nach hinten in dem unteren Ende der Tibia angebrachtes Plättchensystem (Fig. 1 und 2), welches diese Bedeutung möglichst rein ausgesprochen enthält; — auch die hintere (hohle) Fläche des Naviculare (Fig. 1) zeigt einen ähnlichen Zug; und nicht minder sind alle zwischen den einzelnen Plättchen liegenden Verbindungsstäbchen als Vertreter dieses Principes anzusehen, weil ihre Anwesenheit die durch veränderte Druckrichtungen etwa bedingten Ausweichungen zu verhindern vermag. — Fassen wir den grossen unteren Zug des Calcaneus als ein solches Streckband auf, so ist damit allerdings die horizontale Richtung desselben und seine Verbindung mit den beiden früher besprochenen Plättchenzügen dieses Knochens erklärt, nicht aber die starke Divergenz, welche sowohl in dem hinteren als auch in dem vorderen Theile des

Zuges erkennbar ist. Für diese finden wir nun, ohne Beeinträchtigung der schon erkannten, eben ausgesprochenen Bedeutung dieses Zuges, eine genügende Erklärung durch den oben mitgetheilten Wink über die Bedeutung der Curven in dem Köpfchen des Os metatarsi I. — Denken wir uns nämlich den Gegendruck des Bodens als eine Krafteinwirkung auf die Tuberositas calcanei, so ist es deutlich, dass die Richtung desselben in den gleichen Bahnen gehen muss, wie der von oben her auf den Boden fortgepflanzte Druck. Das früher besprochene von dem Astragalus aus gegen die Tuberositas calcanei hinziehende Plättchensystem stellt deshalb zu dem Gegendrucke des Bodens die Druckcurven dar und die entsprechenden Zugcurven sind dann die hinteren divergenten Plättchen des unteren Horizontalzuges. Indessen findet die Bedeutung dieses letzteren noch eine Complication durch die Anheftung der Achillessehne; berücksichtigen wir nämlich deren Anheftung etwas über der Mitte der hinteren Fläche des Fersenhöckers, so wird es einleuchtend, dass der mittlere Theil jenes divergenten hinteren Plättchensystemes den Zug der Achillessehne unmittelbar aufnimmt; und ebenso ist es auch leicht einzusehen, dass das gesonderte kleine System von Plättchen in dem oberen Theile des Fersenhöckers bestimmt ist, den Seitendruck des untersten Theiles der Achillessehne aufzunehmen. In ähnlicher Weise lassen sich nun auch die Plättchensysteme in dem Processus anterior des Calcaneus deuten. Dieser Theil des genannten Knochens nimmt ja in seinem vorderen Theile den Druck des Astragaluskopfes auf; und bei Berücksichtigung dieses Umstandes ist es leicht, die nach vorn absteigenden Curven als zu dieser Einwirkung gehörige Zugcurven und die nach vorn aufsteigenden Curven als die entsprechenden Druckcurven anzusehen. Finden wir ja auch in dem Kopfe des Astragalus ein gesondertes kleines Plättchensystem, welches den Gegendruck des Processus anterior des Calcaneus aufzunehmen bestimmt ist. Auf diese Weise findet der vordere absteigende Zug in dem Processus anterior des Calcaneus eine bessere Motivirung, als wenn wir ihn nur als eine Sparre zur Fortpflanzung des Druckes auf das Cuboi-

des ansehen; denn diese letztere (in dem Früheren gegebene) Auffassung ist nur insofern richtig, als die vordere (untere) Kante der Gelenkfläche des Astregaluskörpers sich in den Sulcus calcanei stützt.

Gehen wir von dem Fusse, welcher so Vieles für die Erkennung einer regelmässigen Architectur der Spongiosa darbietet, weiter aufwärts, so finden wir zuerst an dem unteren Ende der Tibia (Fig. 2 und 3) ein äusserst einfaches Verhältniss, nämlich die successive Abblätterung der Dura in ein System von Lamellen, welches, in leicht schiefer Richtung gegen die Axe des Knochens hintretend, sich zuletzt von allen Seiten her vereinigt, so dass die ganze untere Gelenkfläche der Tibia auf dem Querschnitte derselben liegt. Ein Blick auf die beiden Zeichnungen belehrt sogleich darüber, dass in einer jeden Durchmesserebene des unteren Endes der Tibia der Gegendruck des Astragalus räumlich getheilt, in die durch die Anlagerung der Lamellen allmählich dicker werdende Dura des Mittelstükkes nach beiden Seiten hin abgeleitet wird; oder, wenn man den Druck von oben herunter verfolgt, dass der durch die röhrenförmige Dura geleitete Druck in dem unteren Ende sich mit Hülfe der beschriebenen Anordnung gleichmässig auf die ganze Gelenkfläche vertheilt. Indessen hat doch der in der Richtung von vorn nach hinten gehende (sagittale) Durchschnitt (Fig. 2) eine Verschiedenheit gegenüber dem quergehenden (frontalen) Durchschnitte (Fig. 3), und dieser besteht darin, dass in dem ersteren, welcher bekanntlich eine ausgehöhlte Gestalt der Gelenkfläche zeigt, das quergehende, dem Horizontalschub Widerstand leistende Lamellensystem, welches zunächst dem Gelenkknorpel diesem parallel läuft, deutlich ausgebildet ist, während es in dem zweiten, in welchem die Gelenkfläche eine annähernd gerade Linie darbietet, vermisst wird. Es scheint überhaupt, dass solche Streckbänder vorzugsweise an hohlen Gelenkflächen oder in der Richtung der Aushöhlung einer Gelenkfläche angeordnet sind, was auch verständlich scheint, weil an solchen Flächen die Druckrichtung leichter wechseln und namentlich beim Anstemmen der Kanten so verändert werden kann, dass das Eintreten eines Horizontalschubes ermöglicht

wäre, wenn nicht demselben eine Hemmung entgegenstände. Die ausgebauchten, den Epicondylen des Oberschenkels ähnlichen Theile des Durchschnittes Fig. 2, und ebenso der Malleolus internus des Durchschnittes Fig. 3 sind mit kleinmaschiger Spongiosa der rundmaschigen Art erfüllt, deren Bälkchen dicker oder dünner, mehr plattenförmig oder mehr stäbchenförmig sein können.

An den Durchschnitten des unteren Endes der Tibia kann man auch deutlicher als an anderen Stellen ein gewöhnliches Verhalten der Plättchensysteme in ihrer Berührung mit der Gelenkfläche erkennen. Es besteht dieses darin, dass sich in kurzer Entfernung vor der Berührung mit der unter dem Gelenkknorpel liegenden Knochenplatte die Zahl der Plättchen vermehrt (etwa verdoppelt), und zwar, wie es scheint, durch Zwischenschaltung kleinerer und kürzerer Plättchen zwischen die Enden der langen und grossen; ihre Verbindung mit diesen wird dann durch die Zwischenplättchen und -bälkchen vermittelt. Durch diese Anordnung wird der Druck auf die Gelenkfläche noch mehr und noch gleichmässiger vertheilt.

An dem oberen Ende der Tibia (Fig. 4) sind bekanntlich zwei Gelenkflächen, deren jede von dem entsprechenden Condylus des Femur die Belastung aufnimmt. Von beiden wird der Druck in der schon besprochenen an dem unteren Ende der Tibia erkennbaren Weise auf die Dura beider Seiten übergeleitet. Es folgt daraus, dass ausser einem Plättchensysteme jederseits, welches den Druck von der betreffenden Gelenkfläche auf die Dura ihrer Seite überträgt, auch noch ein anderes Plättchensystem von jeder Gelenkfläche ausgeht (und zwar von dem der Eminentia intermedia zunächst gelegenen Theile derselben), welches, dasjenige der anderen Seite durchkreuzend, sich der Dura der entgegengesetzten Seite anschliesst. An der Durchkreuzungsstelle ist die Spongiosa ausgezeichnet durch ihre rundmaschige Gestalt bei kräftigem Bau; bisweilen ist die Stelle dieser rundmaschigen Anordnung so gross, dass die gekreuzten Züge selbst dadurch etwas undeutlich werden; indessen erkennt man sie doch in der Nähe der Gelenkfläche und in der Nähe der Dura immer noch deutlich genug. Beide

Gelenkflächen zeigen auch die quergehenden Streckbandzüge, welche sich von beiden Seiten her unterhalb der Eminentia intermedia durchkreuzen und theilweise in einander übergehen.

Das untere Ende des Oberschenkels (Fig. 5) zeigt dieselbe Anordnung wie die beiden Enden der Tibia, indessen ohne eine Durchkreuzung innerer Plättchensysteme, weil die Gelenkflächen der beiden Condylen zusammen gewissermaassen eine einzige gehöhlte Gelenkfläche darstellen und der Abgang der Plättchen von den Gelenkflächen in möglichst senkrechter Richtung zu diesen zu geschehen pflegt. — Diesem entsprechend findet man auch ein sehr starkes Streckbandsystem hier vor. Die Epicondylen sind entweder mit kleinmaschiger, rundmaschiger Spongiosa erfüllt, oder sie nehmen an der Bildung der Condylen Theil, indem die Streckbandplättchen sich bis zu deren Oberfläche fortsetzen und die senkrechten Plättchen entweder noch vereinzelt nahe der Oberfläche auftreten, oder sich im Anschlusse an den Hauptzug durch den ganzen Epicondylus fortsetzen.

Die schönste Zeichnung zeigt das obere Ende des Oberschenkels (Fig. 6), indem ein grosses, Zugcurven entsprechendes Plättchensystem von dem unter der Fovea capitis gelegenen Theile der Gelenkfläche und aus der unteren äusseren Hälfte des Kopfes durch den Hals in die Dura der äusseren Seite übergeht, und mit diesem ein anderes Plättchensystem, Druckcurven entsprechend, sich durchkreuzt, welches auf der Höhe des kleinen Trochanter aus der Dura der inneren Seite des Femur hervorgeht und sich gegen den grossen Trochanter hinzieht. Mit diesem letzteren steht in seinem Ursprunge in Continuität ein aufwärts steigender Plättchenzug, welcher in den inneren Theil der oberen Abtheilung der Gelenkfläche ausstrahlt und den von dem Becken gegebenen Druck unmittelbar auf die Dura der inneren Femurseite überträgt. Der von den beschriebenen drei Zügen umschlossene dreieckige Raum kann durch Fortsetzungen der Züge, namentlich der beiden letzterwähnten, ausgefüllt sein, häufiger ist er mit feiner rundmaschiger Spongiosa ausgefüllt, oder auch wohl eine vollständige Lücke. — Von der äusseren Hälfte der oberen Gelenkfläche

des Femurkopfes geht ein Plättchensystem gegen die Mitte des Kopfes hin und verschwindet in dem letztgenannten senkrechten Systeme und dem grossen Zugcurvensystem. — Der Trochanter verhält sich wie die Epicondylen, indem er entweder nur leichte rundmaschige Spongiosa enthält, oder, wie in der Zeichnung, einige senkrechte, der Oberfläche parallele Plättchen zeigt, und indem auch die Plättchen des Druckcurvensystems bis zur Oberfläche des Trochanter reichen können.

In einem Durchschnitte des Hüftbeines (Fig. 7), welcher die Superficies auricularis und den oberen Theil der Pfanne trifft, sieht man den Gegendruck des Femurkopfes durch zwei Plättchensysteme einerseits auf die äussere Dura, andererseits auf die innere Dura und die Superficies auricularis fortgepflanzt. Das Streckbandsystem ist ausgezeichnet schön in der Nähe der Pfanne ausgebildet. In dem oberen Theile des Durchschnittes erscheint die Spongiosa rundmaschig, jedoch so, dass man Druck- und Zugcurven, entsprechend dem Zuge der Ligamenta vaga erkennen kann.

Ich beschränke mich für jetzt auf diese Mittheilungen. Es ist ein Gegenstand, der noch mancher Untersuchung bedürfen wird, bis er einigermassen erschöpfend erledigt ist, namentlich bietet sich eine wichtige Hauptfrage nach dem Nachweis, wie die statischen Verhältnisse, welche in dem Knochen zur Geltung kommen, im Stande sind, die Entstehung solcher Bildungen, wie die beschriebenen sind, zu veranlassen; — eine weitere wichtige Frage ist die, wie die innere Metamorphose in dem Knochen vor sich geht, damit in jedem Wachsthumsstadium (wie es, so weit ich bis jetzt sehen konnte, der Fall ist) jene Bildung möglichst diensttauglich vorhanden sei; — interessante Verhältnisse werden sich auch noch in Fällen von Missbildungen der Knochen, z. B. durch Rachitis, herausstellen; es ist ferner noch zu berücksichtigen, dass ausser den statischen Verhältnissen auch noch die Gestalt des Querschnittes und die mechanischen Einwirkungen des Muskel- und Bänderzuges zur genauen Beurtheilung und zum richtigen Verständniss der Plättchensysteme in Betracht gezogen werden müssen.

Wie sehr auch diese letzteren von Einfluss sind, ist bereits an dem Beispiele des Hüftbeines gezeigt; — einige Plättchenzüge in dem Halse des Astragalus (Fig. 1) sind auch ohne Zweifel auf eine Einwirkung des Apparatus ligamentosus tarsi zu deuten; in der Patella (Fig. 8) finden wir, den beiden Flächen in der Hauptsache parallel, zwei Plättchensysteme, welche in ihrer biconvexen Anordnung verbunden mit einem auf der Gelenkfläche senkrecht stehenden Plättchensysteme im Stande sind, den Zug der Sehne fortzupflanzen und zugleich dem Gegendrucke des Femur zu widerstehen; und jener mehrbesprochene untere Zug in dem Calcaneus schaltet sich auch unverkennbar als ein Zwischenglied zwischen die Achillessehne einerseits und das Ligamentum calcaneo-cuboideum und vielleicht auch das Ligamentum calcaneo-naviculare andererseits ein.

Welche Fragen aber auch noch zu lösen sein mögen, so ist es doch als sicher anzunehmen, dass die beschriebene Bildung im engsten Zusammenhang mit der mechanischen, namentlich der statischen Bedeutung der einzelnen Knochen steht. Indirecten Beweis giebt dafür schon der sehr beachtenswerthe Umstand, dass die Knochen der oberen Extremität, deren statische Verhältnisse sehr untergeordnet sind, ähnliche Bildungen, wie die der unteren Extremität nur in sehr unvollkommener Ausbildung zeigen.

Direkter wird es aber erkannt durch einen Blick auf die Bedeutung, welche diese Bildungen für die Funktion der Knochen gewinnen können.

In dieser Beziehung ist schon darauf aufmerksam gemacht, dass die Auflösung der Dura an den Gelenkenden zur Bildung der beschriebenen Plättchensysteme nur die Bedeutung haben kann, den Druck so zu zerlegen, dass eine möglichst gleichmässige Vertheilung auf alle Punkte der Gelenkfläche zu Stande kommt, — und dabei zu gleicher Zeit die Masse so anzuordnen, dass sie ohne Vermehrung ihrer Substanz doch einen grösseren Raum einnimmt und damit die Anlagerung grösserer und deshalb sicherer führender Gelenkflächen gestattet.

Nicht minder einleuchtend ist die statische Bedeutung des in dem Astragalus und in dem Calcaneus enthaltenen Sparrenwerkes.

Von ganz besonderem Interesse ist indessen in dieser Beziehung das Vorkommen der Druck- und Zugcurven in Gestalt der gebogenen Plättchensysteme, welche wir am schärfsten ausgesprochen finden in dem Os metatarsi I und dem oberen Ende des Femur. In Bezug auf das Letztere ist es äusserst lehrreich, die Zeichnung eines gebogenen Krahnen in Culmann's graphischer Statik, Taf. 11 zu vergleichen. Man wird eine unverkennbare Aehnlichkeit zwischen dieser Zeichnung und den in Fig. 6 wiedergegebenen Plättchensystemen im oberen Ende des Femur finden. Noch viel schlagender tritt die Aehnlichkeit in der Anordnung der letzteren mit den in Fig. 10 dargestellten Curven hervor. Es giebt diese Zeichnnng eine Modification des gebogenen Krahnen, welche Herr Prof. Culmann unter seiner Aufsicht entwerfen liess, dabei Rücksicht nehmend, die Gestalt des oberen Endes des Femur und den Querschnitt des Halses annähernd nachzuahmen und eine ähnliche breite Belastung anzunehmen, wie sie der Femurkopf von der Pfanne erhält.

Die angeführten Zeichnungen belehren uns aber auch darüber, dass sämmtliche Druck- und Zugcurven zuletzt nahe der Oberfläche dicht gedrängt verlaufen und dass somit die Gewalteinwirkung, je weiter von dem Angriffspunkte, desto mehr sich auf die oberflächlichen Schichten concentrirt. Finden wir nun in den besprochenen Plättchensystemen einen körperlichen Ausdruck für die von der graphischen Statik dargestellten Druck- und Zugcurven, so werden wir auch in der Dura die Zusammendrängung der letzteren an der Oberfläche ausgesprochen finden; und wir bekommen dadurch von der Dura des Mittelstückes eines Knochens einen ganz anderen Begriff, indem wir die spongiöse Anordnung der Knochensubstanz als das Ursprüngliche, mit der statischen Bedeutung der Knochen in Verbindung Stehende erkennen und in der Dura nur eine Zusammendrängung der Elemente der Spongiosa. Besonders lebhaft wird uns diese Auffassung, wenn wir an gewissen Stellen, z. B. an der oberen Seite des Femurhalses, kurze Stücke Dura entstehen sehen und damit als Uebergangsform den Streckbandzug im unteren Ende des Femur (Fig. 5) vergleichen. Mit dieser

Auffassung wird es uns denn auch klar, warum alle kurzen Knochen und die Gelenkenden spongiös sind und stärkere Dura mit einem grossen Markraume nur im Mittelstücke lauger Knochen auftritt.

Wenn wir demnach in der Richtung der Plättchenzüge den Weg vorgezeichnet finden, auf welchem sich eine Gewalteinwirkung als Druck oder Zug in die Masse eines Knochens fortsetzt, so werden uns dieselben künftig noch eine wichtige Beihülfe werden, um aus ihnen auf die Art der Belastung eines Knochens zu schliessen.

Zürich, im Mai 1867.

Untersuchungen über die Strychninwirkung und deren Paralysirung durch künstliche Respiration.

Von

Dr. W. Leube aus Ulm, d. Z. in Berlin.

In Borie's Mittheilung über die Wirkung des strychninhaltigen Pfeilgiftes der Mintras von Malacca (Tydschrift ind. taal-Land-Volkk. 1861, S. 422) findet sich neben der Bemerkung, dass grosse wie kleine Thiere schon nach einigen Minuten daran zu Grunde gehen, die Behauptung, dass „das Gift auf Hühner gar nicht oder fast gar nicht wirke".[1]) Durch Dr. Rosenthal, dessen freundlicher Rath mich bei meiner Arbeit wesentlich unterstützte, auf diese eigenthümliche Thatsache aufmerksam gemacht, suchte ich in dem hiesigen physiologischen Laboratorium festzustellen, ob der Gehalt an Strychnin es sei, welcher dieses Gift, das andere Thiere schon in kleinster Dose tödtet, auf das Huhn nur in wesentlich grösseren Gaben wirken lässt.

Meine Versuche werden geeignet sein, diese Erfahrung weniger merkwürdig erscheinen zu lassen. Sie galten den verschiedensten Thieren und ergaben, dass die einzelnen Dosen bei verschiedenen Thieren zum Theil sehr verschieden starke Wirkung äusserten. Als ungefähres Maass für Berechnung der Injectionsmenge nahm ich das absolute Körpergewicht des Thieres; die Strychninlösung enthielt = 0,2 Gr. Strych. nitric. auf 100 Ccm. Wasser. Die Injection geschah meist per Os, die sich bei kleinsten Thieren und besonders Vögeln wohl mehr

1) S. Rosenthal: Ueber Herzgifte. D. Archiv, 1865. S. 602.

empfiehlt, als die subcutane. Die aus einer grossen Reihe von Versuchen gewonnenen Resultate sind folgende:

Die Vögel verhalten sich im Allgemeinen so, dass man, um einen entschiedenen Reflextetanus bei ihnen hervorzurufen, bei einer Schwere des Thieres von 500 Grm. 2 Mgr. gebraucht, während 2,4 Mgr. für dasselbe Gewicht des Thieres tödlich werden.

Kaninchen dagegen bekommen bei 1 Mgr. Strychnin auf 500 Gr. Körpergewicht schon einen mässigen Krampf, während bei 1,2 Mgr. unfehlbar der Tod eintritt. Die wirksame Dose ist also bei ihnen gerade die Hälfte von der bei Vögeln nothwendigen.

Von dem Allgemeinverhalten der Vögel ganz entschieden abweichend habe ich nun wirklich das Huhn gefunden. Wird ihm die 5fache Dose von derjenigen gegeben, welche bei anderen Vögeln Krampf hervorruft, so zeigt sich diese vollständig unwirksam, erst bei der 12fachen stirbt es.

Eine ähnlich exceptionelle Stellung, wie sie das Huhn unter den Vögeln einnimmt, scheint das Meerschweinchen unter den Säugern einzunehmen, indem diese Thiere das 5fache der Kaninchendose ohne Schaden vertrugen.

Was die Grösse der Dose im Allgemeinen betrifft, welche auf der einen Seite vorübergehende Krämpfe und Reflexerregbarkeitserhöhung, auf der andern den Tod hervorruft, so habe ich das Verhältniss so gefunden, dass die erstere bei Erhöhung um $^1/_5$ ihres Gewichts lethal wird. Ich werde im Folgenden die eine „Krampfdose“, die andere „Tödtungsdose“ nennen.

Bei dem Gesagten ist vorausgesetzt, dass Strychnin auf Thiere einwirkt, welchen dieses Gift zum ersten Mal einverleibt wird, da die Gewöhnung wie bei anderen Giften, so auch bei Strychnin, eine wichtige Rolle spielt und die Untersuchung über Wirksamkeit der Dose trüben kann.

Hierfür möchte ich einige eclatante Beispiele anführen. Während schon die grösseren Kaninchen bei 2,25 Mgr. Krämpfe bekommen, und häufig sogar schon bei dieser Dosis zu Grunde gehen, habe ich bei einem Kaninchen von 700 Gr. durch eine Tag um Tag erfolgende Steigerung der ursprünglichen Dose von 1,5 Mgr. obige grosse Dose erreicht, ohne dass das

Thier dabei zu Grunde gegangen wäre. Es hat vielmehr wiederholte Opisthotoni glücklich überstanden.

Ein Huhn, welches bei einer Dose, die etwas mehr als das 3fache der gewöhnlichen Vogeldose betrug, leichteste Krämpfe zeigte, hat durch allmähliche Steigerung schliesslich die 7fache ohne Wirkungen vertragen.

Bei sehr vielen Thieren endlich habe ich beobachtet, dass dieselbe Dose, welche den einen Tag vorübergehende Krämpfe machte, den folgenden Tag unwirksam blieb.

Den Grund dieses verschiedenen Verhaltens der einzelnen Thiere gegen das Gift wird man zunächst in der verschiedenen Schnelligkeit vermuthen, mit welcher das Gift aus dem Körper ausgeschieden wird, den letzten Grund also wohl in der Verschiedenheit der Stärke des Stoffwechsels der verschiedenen Thiere.

Ich muss aber diese Frage um so mehr unentschieden lassen, als es mir nicht einmal gelang, den Weg aufzufinden, auf welchem diese Ausscheidung erfolgt. Sowohl die Unterbindung der Ureteren, als diejenige der Nierengefässe am lebenden Thier gaben negative Resultate. Die Operation sollte der Ausscheidung des Giftes hinderlich sein und dadurch eine heftigere Wirkung bedingen. Dieser Schluss zeigte sich als unrichtig, indem eine Dose, welche 2 Tage vor Ureterenunterbindung leichteste Krämpfe hervorgerufen hatte, trotz dieser ganz unwirksam blieb, (wie es ja in Folge der Gewöhnung Regel ist). Die operirten Thiere starben nach ca. 24 Stunden an den Folgen der Urämie.

Der zweite Weg, auf welchem die Ausscheidung zu Stande kommen kann, ist durch die Lungen. Man konnte erwarten, dass die Einleitung der künstlichen Respiration d. h. die vermehrte Zufuhr von Sauerstoff die Ausscheidung des Giftes beschleunigen und daher die Dose unschädlich machen werde. Diese Vermuthung schien sich im Verlauf des ersten Versuches zu bestätigen, indem das Versuchsthier — ein Kaninchen von mittlerer Grösse — wo sonst das Gift spätestens 15—20 Min. nach Injection zur Wirkung kommt, $^1/_2$ Stunde nach Injection bei perpetueller Unterhaltung der künstlichen Athmung ohne

Krampf geblieben war. Kaum aber wurde diese nach genannter Zeit unterbrochen, als ein heftiger Krampf ausbrach und das Thier tödtete. Das Gift war also offenbar ungeschwächt im Körper erhalten geblieben, während der künstlichen Respiration aber nicht zum Ausbruch gekommen.

Diese Erfahrung war so frappant, dass sie meinen Untersuchungen eine andere Wendung gab, indem ich in einer längeren Reihe von Versuchen den Einfluss der künstlichen Respiration auf Zustandekommen und Paralysirung der Strychninwirkung festzustellen mich bemühte.

Ich bediente mich dazu des folgenden, von Rosenthal bei seinen Versuchen vielfach angewandten Verfahrens: Eine Glascanüle, welche oben geschlossen und seitlich mit einem Ansatzrohr versehen ist, wird in die freigelegte und mit einfachem Längsschnitt geöffnete Trachea eingebunden. Das Ansatzrohr steht durch einen kurzen Gummischlauch mit einer zweiten Glasröhre in Verbindung, welche seitlich mit einem Loch versehen ist. Ueber diesem ist ein Stückchen Gummischlauch verschiebbar und gestattet das Loch kleiner und grösser zu machen, das einerseits dazu dient, den Luftzutritt zu reguliren, andererseits die Exspirationsluft abtreten zu lassen. Von der Glasröhre endlich führt ein langer Gummischlauch zum Blasebalg. Wenn die Röhre richtig eingebunden und das Einblasen der Luft in gehörigem Maasse geschieht, so wird das Thier dabei nach 10—20 Blasebalgstössen apnoisch. Nachdem man die zu letzterem Zustand nothwendige Athmungsstärke festgestellt, wird das Thier vom Operationstisch genommen und in einen Kasten gesetzt, das Gift injicirt und sofort die künstliche Respiration begonnen.

Meine Versuchsthiere waren, mit Ausnahme eines einzigen, das auch trotz künstlicher Respiration zu Grunde ging, mittelgrosse Thiere, deren Gewicht zwischen 500 und 1000 Gr. schwankte. Die Krampf- und Tödtungsdose der grösseren Kaninchen sind nach meinen Erfahrungen nicht ganz proportional denjenigen der mittleren Thiere. Das nähere Verhältniss habe ich nicht weiter ermittelt, da bei mittelgrossen Kaninchen meine Vorausberechnung immer eintraf. Bei den so angestell-

ten Versuchen habe ich nun folgende Endresultate erhalten:

1) Die gewöhnliche „Krampfdose“ macht keinen eigentlichen Krampf, sondern höchstens nur schwächste Reflexerregbarkeitserhöhung, so dass das Thier bei Berührung zuweilen leicht zusammenzuckt. Lässt man mit der künstlichen Respiration nach, so tritt sehr rasch der ohne die letztere nie ausbleibende Krampf ein. Derselbe erschien, selbst wenn die künstliche Athmung 3 Stunden lang fortgesetzt war, blieb dagegen aus, wenn 3½—4 Stunden fortrespirirt wurde.

2) Die „Tödtungsdose“ tödtet nicht, wenn die Respiration gegen 4 Stunden unterhalten wird. Dagegen entsteht zuweilen bei diesen grossen Dosen trotz vollständiger Apnoe des Thieres ein Opisthotonus, welcher aber immer später eintritt, als bei Vergiftung ohne künstliche Athmung (¼—½ Stunde) gewöhnlich erst nach ¾—1 Stunde — und weniger lang andauert. Während der künstlichen Respiration habe ich kein Thier verloren, mit Ausnahme des obigen grossen Kaninchens, dessen Tödtungsdose mir nicht bekannt war. Wird vor obigem Termin mit Athmung aufgehört, so erfolgt ein sehr heftiger Opisthotonus, in welchem das Thier zu Grunde geht.

Die Fortsetzung der künstlichen Respiration nach Eintritt dieses nachträglichen Krampfes vermag das Thier noch zu retten. Der Krampf weicht gewöhnlich schnell der künstlichen Athmung.

Thiere, welchen ich die Tödtungsdose beigebracht, durch künstliche Athmung gerettet hatte und mit der Canüle in der Trachea weiter leben liess, starben, wenn ich ihnen später dieselbe Dose reichte, ohne künstliche Respiration einzuleiten.

In einzelnen Fällen habe ich das Thier selbst bei Dosen gerettet, welche die Tödtungsdose um 0,3 Mgr. überstiegen.

Richter hat schon 1863[1]) ähnliche Beobachtungen über die Wirkung der künstlichen Respiration bei Strychninvergiftung gelegentlich seiner Untersuchungen über Curare als An-

1) Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medizin (3.) XVIII. 76—128.

tidot zu machen gehabt, ohne sie aber weiter zu verfolgen. Wenn er hierbei bemerkt, dass bei „irgend wie nennenswerthen“ Dosen die künstliche Respiration das Thier nicht zu retten vermöge, so möchte ich meinerseits für meine Tödtungsdosen wenigstens den Namen nennenswerth reservirt haben.

Es erhellt aus den mitgetheilten Versuchen, dass ein Ueberfluss an Sauerstoff im Körper die Wirkung des Strychnins verhindert. — Ob ein gewisser Mangel an Sauerstoff zu diesen, wie zu anderen Reflexäusserungen des Rückenmarkes nothwendig ist, oder ob, was aber von vornherein wegen der schnellen Wirksamkeit der künstlichen Athmung nicht sehr wahrscheinlich ist, die Herabsetzung der Körpertemperatur durch genannte Procedur die Hauptrolle bei Verhinderung der Strychninwirkung spielt, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

Berlin, den 15. April 1867.

Bemerkungen über die spectroskopische Untersuchung des Blutes bei Erstickten.

Von

Dr. Iwan Gwosdew aus Moskau.

Durch die Arbeiten Setschenoff's ist festgestellt worden, dass das Blut der Erstickten fast keinen freien Sauerstoff enthält, dagegen reich an Kohlensäure ist. Dieses wichtige Factum ist aber bis jetzt an der Leiche bei den forensischen Untersuchungen noch ganz unberücksichtigt geblieben. In der Leiche Erstickter wurden dunkelflüssiges Blut und die Herz- und Venenüberfüllung als die constantesten Befunde angeführt;[1]) doch solches Blut, wie Casper[2]) erwähnt, ist nicht ausschliesslich Merkmal für die Erstickung — alkoholische und narkotische Vergiftung, septische Krankheiten bedingen dieselbe Beschaffenheit des Blutes.

Der Zweck meiner Arbeit war: Untersuchung des Blutes erstickter Thiere und Menschen im Spectroskope und zwar mit Hülfe solcher Methoden, die sich auch leicht bei forensischen Fällen würden anwenden lassen und daher eine practische Verwendung fänden. Obwohl ich gerade in dieser Hinsicht noch nicht zu einem vollkommen positiven Resultate gelangt bin, so haben sich doch im Verlaufe der Arbeit einige Thatsachen ergeben, welche, wie ich glaube, zur Kenntniss des Erstickungstodes mittheilenswerth sind.

---

1) Casper, Pr. Handb. f. ger. Med. Bd. 2, S. 485. — Briond, Man. compl. de méd. lég. p. 337. — Taylor, the princ. and practice of med. jur. p. 117 a. 655.

2) Kl. Nov. S. 476.

Der Uebergang vom Leben zum Tode beim Erwürgen, Erhängen, Ertrinken und Sandverschütten erfolgt unter bekannten allgemeinen Erscheinungen.[1])

In Bezug auf die Pupillenveränderung will ich der Schilderung Rosenthal's noch hinzufügen, dass die Pupillen bei Erstickung sich drei Mal verändern: Verengerung, Erweiterung und wieder Verengerung.

Die erste oder active Pupillenverengerung ist von grosser Unruhe des Thieres begleitet. Wenn die Pupillen anfangen, sich zu erweitern, dann befindet sich das Thier in einem Uebergangsstadium, von Bewusstsein zur Bewusstlosigkeit.

Wenn im Beginne der Pupillenerweiterung Krämpfe im ganzen Körper eintreten, so werden dieselben sehr häufig gleichzeitig von krampfhaften, vorübergehenden Contractionen der Pupillen begleitet. Wenn die Erweiterung ihr Maximum erreicht, so ist das Thier vollkommen ruhig, der Herzschlag selten und stark; aber bald nachher wird der Herzschlag schneller und schwächer, kaum sichtbar und fühlbar, bis er zuletzt ganz ausbleibt.

Die zweite oder passive Pupillenverengerung ist das erste Symptom des Todes und geht allmählich bis zu einer gewissen Grenze, welche ziemlich in der Mitte zwischen dem Maximum der Pupillenverengerung und Erweiterung liegt.

Sobald die Relaxation der Pupillen (zweite passive Pupillenverengerung) beginnt, ist es unmöglich, das Thier zum Leben zu bringen, aber bis zu diesem Moment kann künstliche Respiration immer günstige Erfolge haben. Exophthalmus fehlt zuweilen. Ich habe Muskelzuckungen am Rücken des Kaninchens noch 25 M. post mortem beobachtet — zu einer Zeit, wo schon der Anfang der Todtenstarre an den Halsmuskeln eingetreten war. Diese Zuckungen waren deutlich sichtbar und so stark, dass die Hand wellenförmige Muskelcontractionen fühlte.

Um die Thiere zu ertränken oder durch die Hand zu tödten, habe ich einen weiten Kautschukschlauch mit einem

---

1) Vgl. Rosenthal, Stud. üb. Athemb. Dieses Archiv S. 456.

weiten Glasrohr angewandt und zwar so, dass der Kautschukschlauch ganz dicht das Maul des Kaninchens umschloss, während man durch das Glasrohr Flüssigkeit giessen, Sand oder irgend etwas Anderes hineinschütten konnte. Ich habe auch mit Hülfe der Pravaz'schen Canüle in die Trachea 15 Ccm. Wasser auf ein Mal, wiederholt bis zu 40 Ccm., eingespritzt; die Kaninchen mittlerer Grösse erholten sich jedoch nach künstlicher Respiration vollkommen und blieben auch ganz gesund. Nach dem Sandverschütten, bis der Herzschlag kaum fühlbar war — brachte ich die Kaninchen durch künstliche Respiration wieder vollkommen zu sich, und sie blieben danach noch mehrere Tage vollkommen wohl, es konnte daher der Sand unmöglich in die Luftwege eingetreten sein. Nach Erträanken der Kaninchen in ziemlich concentrirter Lösung von Blutlaugensalz und künstlicher Respiration fangen die Kaninchen an zu athmen aber bald darauf bekommen sie Asphyxie und sterben. In solchen Fällen habe ich das Ferrocyankalium im Blute des Herzens gefunden, im Harn aber konnte ich das Salz nicht nachweisen.

Es ist bekannt, dass das sauerstofffreie Hämoglobin in Berührung mit der Luft augenblicklich sich in Oxyhämoglobin umwandelt. Es ist auch bekannt, dass das Blut als solches der spectroskopischen Untersuchung kaum zugänglich ist. Daher ist die wichtigste Indication bei den Blutuntersuchungen Erstickter im Spectroskope vollständiges Bewahren des Blutes und Mediums, in welchem das Blut aufgelöst ist, vor Berührung mit der atmosphärischen Luft. Zu diesem Zweck habe ich folgendes Verfahren gebraucht: der Hals einer Kautschukpipette wird luftdicht auf ein kuglig aufgeblasenes Glasrohr gebunden, das andere freie Ende des Glasrohrs wird mit Hülfe eines Kautschukschlauches auch luftdicht mit einer Pravaz'schen Spritze verbunden, und der Apparat zur Aufnahme des Blutes ist fertig. Zur Untersuchung des Blutes kocht man destillirtes Wasser oder ganz neutrales wasserhelles Glycerin in einem Probirgläschen, bedeckt es während des Kochens mit einer Schicht heissen Oeles, und kühlt das Probirgläschen im kalten Wasser ab. Nachdem man die Luft aus dem Kaut-

schukheber ausgepresst und das Rohr durch einen Quetschhahn verschlossen hat, taucht man die Pravaz'sche Spritze in ausgekochtes Oel und saugt durch vorsichtiges Oeffnen des Hahnes so viel Oel auf, als nöthig ist, um das Blut dicht zu bedecken; nachher zieht man die Spritze aus dem Oel heraus und steckt sie entweder in das Herz oder in eine Vene des erstickten Thieres, macht die Schraube auf und saugt das Blut ein; sobald die genügende Blutquantität gewonnen ist, taucht man die Spritze in Quecksilber, presst eine geringe Quantität des Blutes aus und bekommt auf diese Weise Blut, welches oben durch Oel, unten durch Quecksilber vor der Berührung mit atmosphärischer Luft geschützt ist. Nachdem man die Spritze von dem an der äusseren Fläche klebenden Blut gereinigt hat, taucht man den Apparat mit dem Blute in das erwähnte Probirgläschen und presst behutsam eine genügende Blutquantität zur spectroskopischen Untersuchung aus. Wenn man eine Reihe von Untersuchungen mit demselben Blute vorzunehmen wünscht, muss man jedesmal das Blut von unten, auf obige Weise, mit Quecksilber absperren. Bei der Bluntuntersuchung mit Glycerin löst sich das Blut in demselben schwer auf und schwimmt in Folge seines geringen specifischen Gewichts mehr zwischen Oel und Glycerin, so dass es nöthig wird, zuweilen eine solche Auflösung durch Umrühren, jedoch selbstverständlich ohne Zutritt atmosphärischer Luft, zu befördern.

Auf diese Weise habe ich zum erstenmal mit Glycerin aus dem linken Herzen eines erstickten Kaninchens (es war in der Weise erstickt, dass die Trachealcanüle mit einem Glasrohr verbunden war, dessen freies Ende unter Quecksilber getaucht wurde) bald nach dem Tode ganz deutlich den sauerstofffreien Hämoglobinstreifen erhalten. Nachher habe ich mit Wasser, das im kochenden Zustande mit kochendem Oel bedeckt und gleich abgekühlt worden war, solche Streifen gesehen, aber dieser Streifen wird in den oberen Schichten bald in Oxyhämoglobinstreifen umgewandelt. Es geht also daraus hervor, dass das Oel bei der Untersuchung mit Wasser das Blut nicht vor dem Zutritt von Sauerstoff zu schützen im Stande ist. Bei der Untersuchung mit Glycerin nimmt vielleicht auch die unmittelbar unter dem Oel be-

findliche Blutschicht Sauerstoff auf. Aber wie ich bemerkt habe, ist 1) das Glycerin für den Sanerstoff nicht so leicht durchgängig als Wasser, weil sauerstofffreie Hämoglobinlösung im Glycerin einige Tage unter solchen Umständen, bei welchen wässrige sich verändert, unverändert bleibt; 2) wenn das Glycerin aber auch für den Sauerstoff durchgängig wäre, so untersucht man im Spectroskope nicht die oberen Schichten der Blutlösung, wie im Wasser, sondern die untere, und die dichte obere Schicht des Blutes schützt die tieferen vor der Luft. Wenn wir Oxyhämoglobin enthaltende und zu Spectraluntersuchungen geeignete Glycerin- und Wasserblutlösung unter einander vergleichen, so sehen wir, dass die wässrige Blutlösung im Probirgläschen nach einiger Zeit bei freiem Luftzutritt nur in den oberen Schichten unverändert bleibt, dass in den unteren dagegen sich sauerstofffreies Hämoglobin bildet, und man sieht zuweilen mit blossem Auge eine sehr scharfe Grenze zwischen den beiden Schichten eintreten. Im Spectroskope sieht man in solchen Fällen plötzlich den einen Streifen in zwei übergehen. In Glycerinlösung habe ich solche Veränderung nie beobachtet. Daraus geht hervor, dass die wässrige Blutlösung im Probirgläschen bei freiem Luftzutritt in den unteren Schichten Sauerstoff verliert.

Obwohl ich bei den früheren Versuchen mit anderen Methoden niemals deutliche sauerstofffreie Hämoglobinstreifen bekommen habe, waren doch Fälle, wo es schwer zu entscheiden war, ob ein oder zwei Streifen vorhanden waren, aber nach der Berührung mit der Luft traten sofort in dieser Hämoglobinlösung ganz deutlich zwei Streifen auf. Diese Thatsachen gaben mir Veranlassung, die Uebergangsstufen des Oxyhämoglobins zum sauerstofffreien Hämoglobin und zum sauren und alkalischen Hämatin zu untersuchen. Zu diesem Zweck habe ich eine Oxyhämoglobinlösung von einer solchen Concentration genommen, dass im Spectroskope ganz deutlich zwei Streifen zu sehen waren, und nachher diese Lösung mit reinem Eisenfeilicht nach Rollett'schem Verfahren[1]) langsam ohne Luftzutritt geschüttelt

1) Versuche üb. thatsächl. u. vermeintl. Beziehungen des Blutsauerstoffes. Wien. akad. Sitzungsber. 25. Juli 1865.

und untersucht. Bei den Spectraluntersuchungen beobachtete ich dann verschiedene Uebergangsstufen, vom Oxy- zum sauerstofffreien Hämoglobin. Solche Uebergangsstufen habe ich auch bemerkt, wenn ich zur Oxyhämoglobinlösung allmählich irgend welche Säuren oder Alkalien zusetzte. Diese Uebergangsstufen haben ihre charakteristischen Verschiedenheiten, sowohl bei der Umwandlung des Oxyhämoglobins in sauerstofffreies Hämoglobin, als auch bei seiner Umwandlung in saures oder alkalisches Hämatin. Von diesen Uebergangsstufen ist die zum sauren Hämatin die auffallendste, weil man hier bei bestimmtem Säuregehalt zu gleicher Zeit die beiden Streifen des Oxyhämoglobins und den Streifen des sauren Hämatins ganz deutlich sehen kann. In Bezug auf die Einwirkung der Säuren auf das Hämoglobin habe ich Folgendes bemerkt: wenn man bestimmte Mengen der Wasserblutlösung in zwei gleichen Probirgläschen nimmt, die eine Blutmenge mit destillirtem Wasser und die andere mit einer so verdünnten Säurelösung, dass sie das Lackmuspapier kaum noch röthet, in einer solchen Menge versetzt, dass die Lösung zur Spectralanalyse geeignet ist, so sieht man mit blossem Auge nach einiger Zeit, dass die Lösungen in beiden Reagenzgläschen sich ganz deutlich unterscheiden, obwohl das Spectroskop bei solchem Säuregehalt keine Veränderung zeigt. Die Wärme begünstigt, wie gewöhnlich, die Reaction, und ruft in der Oxyhämoglobinlösung fast bis zum Kochen keine Veränderung hervor.[1])

Wer bei den Obductionen seine Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Nüancirungen des Blutes im Moment, wann es aus dem Gefässe oder dem Herzen herausfliesst, gelenkt hat, der hat gesehen, wie mannigfache Blutfarbennüancen vorkommen. Vielleicht werden diese Nüancirungen spectroskopische Verschiedenheiten zeigen, wenn man solches Blut in passendem Lichte und Apparate vollkommen ohne Zutritt der Luft untersucht. Wenn ich nach meinen noch lange nicht vollständigen Untersuchungen über das sauerstofffreie Hämoglobin frischer Blutkörperchen ein Urtheil fällen kann, so kann ich sagen, dass

1) Hoppe, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1865. Nr. 3. S. 38.

seine Verwandtschaft zum Sauerstoff Anfangs so gross ist, dass man es vielleicht mit der Verwandtschaft des Kaliums oder Natriums vergleichen kann; diese Verwandtschaft bleibt jedoch nur für einen Augenblick, denn nachher entziehen ihm schwache desoxydirende Mittel, wie Eisenfeilicht, Stokes'sches Reagens u. a. m. den Sauerstoff.

Wie die Erscheinungen bei der Erstickung während des Lebens keine specifischen Merkmale darbieten, gleichviel durch welche mechanische Ursache sie hervorgerufen ist, ebenso findet man auch nach dem Tode keine charakteristischen Eigenthümlichkeiten. Wie beim Leben die Erstickungserscheinungen nur von der Veränderung im Blute abhängen und wegen der kurzen Dauer keine nachweisbaren anatomischen Organstructurveränderungen entstehen können, so auch muss man nach dem Tode nur im Blute allein die charakteristischen Veränderungen für den Erstickungstod suchen. Diese Ueberzeugung gewann ich noch mehr aus 36 Sectionen, die ich an Kaninchen, und 2, die ich an Hunden anstellte. So fand ich z. B. beim Ertrinken zuweilen starken Schaum in den Athmungsorganen oder die angewendete Flüssigkeit im Magen und den Gedärmen; zuweilen aber war die Erträukungsflüssigkeit in diesen Organen nicht vorhanden; so fand sich ferner in den 4 Fällen, wo ich die Kaninchen durch Sandverschütten tödtete, weder in den Athmungs- noch Verdauungsorganen (mit Ausnahme der Mundhöhle) bei der makroskopischen Untersuchung irgend eine Spur von demselben.

Obwohl das Blut für jede besondere Erstickungsart keine bemerkbaren Verschiedenheiten darbietet, so ist für die Erstikkung im Allgemeinen schon lange Zeit die dunkelflüssige Beschaffenheit desselben anerkannt und auf die Herz- und Venenüberfüllung mit demselben aufmerksam gemacht worden. Statt dunkelflüssig wird es mehr physiologisch sein, das Blut purpurflüssig zu nennen, weil diese Bezeichnung nicht den Begriff des Dunklen ändert, wohl aber die Eigenthümlichkeit der Blutfarbe genauer bezeichnet und sich in der That ein solches Blut in der frischen Leiche erstickter Thiere vorfindet. Bei der Leiche dagegen, wo schon Fäulniss im Blute vorhanden

ist, ist die Farbe desselben weniger rein. Charakteristisch ist auch für solches Blut seine Farbenveränderung von purpur- zu zinnoberroth in Berührung mit der atmosphärischen Luft. Auf der Schneide des breiten Scalpels, welches aus dem mit Blut gefüllten Herzen ausgezogen und gleich untersucht wird, kann man die Purpurnüancen bemerken; aber ein ganz bestimmtes Urtheil kann man erst dann gewinnen, wenn man das Blut ohne Luftzutritt in einem dünnwandigen Glasrohr beobachtet.

Was den Blutgehalt der verschiedenen Organe betrifft, so ist er in keinem so constant, dass er als charakteristisches Merkmal für den Erstickungstod dienen könnte; obwohl man häufig die Blutüberfüllung bald dieses, bald jenes Organs antrifft und für solche Erscheinungen gewiss bestimmte Gründe vorhanden sein müssten, bin ich doch nicht im Stande, dieselben näher anzugeben.

Mit diesen vorläufigen Versuchen wollte ich die Möglichkeit zeigen, das Blut Erstickter mit Hülfe des Spectroskops zu untersuchen und auf einige bei diesen Untersuchungen nothwendige Vorsichtsmassregeln aufmerksam machen. Es ist möglich, dass sich solches Blut auch nach anderen Todesarten in der Leiche vorfindet, oder sich unter gewissen Bedingungen oder nach einer gewissen Zeit in jeder Leiche bildet, und ich habe auch bereits früher meine Aufmerksamkeit darauf gelenkt, allein ich konnte wegen der früheren unvollkommenen Untersuchungsmethoden zu keinem bestimmten Resultate kommen. Bei der nächsten sich mir darbietenden Gelegenheit will ich jedoch diesen fraglichen Punkt zu entscheiden suchen.

Diese Versuche habe ich in dem physiologischen Laboratorium des Herrn Professor du Bois-Reymond ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, ihm meinen Dank für die Bereitwilligkeit, mit der mir alles zu meinen Arbeiten Nöthige zu Gebot gestellt wurde, auszusprechen; sowie Herrn Dr. Rosenthal für den häufigen Rath, mit dem er mir bei meinen Arbeiten zur Seite stand, herzlich zu danken.

Berlin, im März 1867.

Ueber die Endigung des N. opticus.

Von

W. Krause,
Professor in Göttingen.

(Zweiter Artikel.)

I. Historisches.

Im Jahre 1860 hatte ich[1]) in den Innengliedern der Retina-Zapfen vom Huhn eigenthümliche Gebilde wahrgenommen, welche ich neuerdings[2]) als Zapfen-Ellipsoide bezeichnet habe. Dieselben liegen in dem an das Aussenglied angrenzenden, der Choroidea zugekehrten Theile des Innengliedes (s. unten den Holzschnitt S. 648), und stehen mit einer in der Axe des Innengliedes verlaufenden, sehr feinen Faser in Verbindung. Von Herrn Max Schultze[3]) in Bonn sind im Jahre 1867 dieselben Ellipsoide z. B. aus den Innengliedern der Stäbchen des Huhnes beschrieben. Zum Unterschiede habe ich a. a. O. die letzteren Stäbchen-Ellipsoide genannt; sie sind mit den Zapfen-Ellipsoiden vollkommen identisch, und beide zusammen kann man als Opticus-Ellipsoide bezeichnen.

Nachdem ich in dem ersten Artikel[4]) über die Endigung des N. opticus die Bedeutung der Opticus-Ellipsoide als Endi-

1) Anatomische Untersuchungen. Hannover 1861. Taf. II. Fig. 5 und 6.

2) Göttinger Nachrichten. 18. September 1867.

3) Archiv f. mikrosk. Anat. 1867. Bd. III. Taf. XIII. Fig. 5 *b d*.

4) Archiv für Anat. und Physiol. 1867. Hft. 2. S. 243.

gungs-Apparat des N. opticus betont hatte, ist eine Entgegnung von M. Schultze[1]) erschienen. Dieselbe beginnt mit den Worten: „Auch Krause in Göttingen — hackt an mir herum."

Durch diese Ausdrucksweise hat die betreffende Erwiderung sich selbst den Makel des persönlichen Angriffs aufgedrückt. Nach allgemein anerkannten Grundsätzen würde dieser Umstand mich berechtigen, den fraglichen Artikel des Herrn Max Schultze als ausserhalb einer wissenschaftlichen Discussion stehend zu kennzeichnen, und im Uebrigen dem verdienten Urtheile der Leser zu überlassen. Indessen ist in diesem besonderen Falle eine Antheilnahme des Gemüths vielleicht zu entschuldigen, wenn Jemand die Entdeckung machen muss, dass ein von ihm beobachteter, wenngleich nicht nach seiner vollen Bedeutung erkannter, nicht uninteressanter Gegenstand bereits sieben Jahre früher beschrieben worden ist. Desshalb soll im Folgenden angenommen werden, jener Passus sei nicht gedruckt worden. — Wann wird man in Deutschland, dem Beispiele anderer civilisirter Nationen folgend, die Person von der Sache zu trennen lernen?

Herr Schultze meint zugleich, ich sei wohl durch den Henle'schen Jahresbericht für 1866, worin die Schultze'schen Leistungen dargestellt sind, zu meinem ersten Artikel über die Endigung des N. opticus veranlasst. Indessen war letzterer Artikel längst abgesendet, als der Jahresbericht erschien, und überhaupt wurde ich erst durch die Hinweisung des Herrn Max Schultze auf den betreffenden Bericht aufmerksam. Die erheiternde Wirkung dieser Lectüre wird vielleicht auch Anderen zu Gute kommen, die denselben noch nicht gelesen haben sollten.

Weiter vermuthet Herr Schultze, er habe mich vielleicht „nicht oft genug citirt". In Wahrheit ist es nicht ganz leicht zu constatiren, wie oft Herr Schultze mich in seinen letzten Arbeiten über die Retina citirt hat. Ich denke, es werden ungefähr 20 Mal gewesen sein, während es Niemanden gewundert

1) Archiv für mikrosk. Anat. 1867. Bd. III. Hft. 3. S. 381.

haben würde, wenn er mich gar nicht citirt hätte. Denn bei allgemein bekannten Dingen, die bereits dem Gebiete des Handbuchs anheimgefallen sind, wie z. B. die Unterscheidung von Innen- und Aussengliedern, könnte das Citiren leicht als überflüssiger Ballast erachtet werden.

In Betreff der Eidechsen-Retina verspricht Herr Schultze weitere Untersuchungen über das Vorhandensein von Stäbchen bei dem genannten Thiere, die von mir[1]) beschrieben worden waren, die aber Herr Max Schultze nicht hatte finden können. Er muss dabei offenbar vergessen haben, dass Hulke (1865) der jedenfalls meine Bemerkungen nicht kannte, die Stäbchen der Reptilien ebenfalls beschrieben hat, obgleich Herr Schultze[2]) die Angaben von Hulke (Anguis fragilis) selbst citirt hat. Wir haben es hier also mit einer längst abgethanenen Sache zu thun, die — von Leydig ganz abgesehen — durch zwei Beobachter unabhängig von einander constatirt worden ist, die aber gleichwohl Herr Schultze festzustellen verspricht. Ein analoges, nur noch mehr Erstaunen erweckendes Verfahren des Herrn Schultze wird weiter unten aufgezeigt werden. — Doch halten wir uns zunächst an dessen eigene Auseinandersetzungen.

Obgleich die geschilderte Sachlage bei den Stäbchen der Eidechse Herrn Schultze etwas zur Vorsicht hätte mahnen sollen, weil dabei erhellte, dass Herr Max Schultze an Dingen vorbeigegangen ist, die doch nicht ausserordentlich schwer zu sehen sind, findet sich auf derselben Seite (l. c. Bd. III., S. 381) über das genannte Wirbelthier die Bemerkung, dass Herr Schultze von den durch mich beschriebenen grünen und blauen Farbennüancen an den Oeltropfen der Zapfen niemals etwas gesehen habe, und dass von einer direkten Beziehung der Farbe dieser Fetttropfen zur Theorie der Farben-Empfindungen demnach „keine Rede sein“ könne. Also, weil Herr Schultze Etwas nicht gefunden hat, so kann davon „keine Rede sein“? Was soll man zu einer solchen Ausdrucksweise sagen? Giebt es vielleicht plötzlich in der Histologie Autoritä-

1) Zeitschr. für ration. Medicin. 1863. Bd. XX. S. 7.
2) Archiv für mikrosk. Anat. 1866. Bd. II. S. 210.

ten, denen wir glauben müssen? Ich denke, von den der grünen und blauen Farben-Empfindung dienenden Fetttropfen dieses zierlichen Thieres wird noch lange die Rede sein, wenn z. B. die Osmiumsäure[1]) längst obsolet geworden ist. Zum Ueberfluss kann ich mich auf die ebenfalls unabhängigen Angaben von Hulke berufen, der bei Anguis fragilis hellgrüne Oeltropfen fand, was Herr Schultze wiederum selbst citirt hat.

Zur Beleuchtung des ganzen Verfahrens des Herrn Schultze muss auch die Art und Weise berücksichtigt werden, wie er den unschuldigen Ritter behandelt, weil derselbe eine obscure Auseinandersetzung nicht im Original eingesehen hatte. Herr Schultze sagt[2]): „Und wer die Tafel meiner Observat. de Struct. retinae u. s. w. mit den Abbildungen zu Ritter's beiden Abhandlungen vergleicht u. s. w. — Hätte sich Ritter die Mühe genommen, meine Arbeiten im Originale nachzusehen u. s. w.“ Welche Differenz im — Zeichnentalent! Uebrigens ist die Naturtreue der Ritter'schen Abbildungen sogar von Herrn Schultze nicht angegriffen worden. Man muss aber bedenken, dass Ritter in Worpswede arbeitete, am nördlichen Ende der Lüneburger Heide, in einer Gegend, wo Rabe und Eule einander gute Nacht sagen, um ein populäres Wort zu gebrauchen. In einem Dorfe, meilenweit von gebahnten Wegen entfernt und in der aufreibenden Thätigkeit eines Landarztes, der mit Malariafiebern zu kämpfen hat. Man muss dergleichen Verhältnisse aus eigener Anschauung kennen, um die Unvollkommenheiten der unter solchen Schwierigkeiten entstandenen Arbeiten richtig zu beurtheilen.

Herr Schultze wirft mir endlich „Verwechslungen“ vor. Ich soll übersehen haben, dass er von Stäbchen-Ellipsoiden redete, während ich selbst Zapfen-Ellipsoide im Sinne hatte. Hierauf wäre zunächst zu erwidern, dass Stäbchen- und Zapfen-

---

1) Die von mir zunächst benutzten Methoden: Anwendung des Goldchlorids, welches von Gerlach für die Retina empfohlen worden ist, resp. Gefrierenlassen der Bulbi in Kältemischungen wurden bereits Göttinger Nachrichten l. c. erwähnt.

2) Archiv f. mikrosk. Anat. 1866. Bd. II. S. 267.

Ellipsoide identisch sind. Ich habe das bereits bei einer anderen Gelegenheit[1]) hervorgehoben, und Genaueres wird unten folgen. Jedenfalls wäre es besser gewesen, anstatt einen ärgerlichen Artikel in die Welt zu schicken, nur ein einziges Mal z. B. die Retina vom Huhn sich hierauf anzusehen. Hiervon abgesehen, behandelt aber auch Herr Schultze selbst in seiner ursprünglichen Arbeit die Zapfen- und Stäbchen-Ellipsoide als vollkommen gleichwerthig. In der von mir erörterten Stelle[2]) ist nämlich von Zapfen des Huhnes und Affen die Rede, und dann folgt der unten wörtlich citirte Passus. Schon hiernach wäre ich berechtigt gewesen, dem Beispiele folgend, die Opticus-Ellipsoide gemeinschaftlich zu behandeln, womit Jeder einverstanden sein wird.

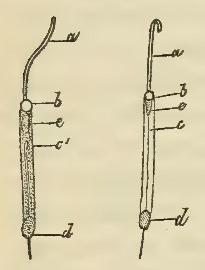
Aber es giebt noch etwas Anderes, was den leidenschaftlichen Behauptungen des Herrn Schultze in's Gesicht schlägt, und dieses sind — seine eigenen Abbildungen. Auf Taf. XIII (Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III) sind die Opticus-Ellipsoide in den Zapfen des Huhnes abgebildet, während Herr Schultze in seinem polemischen Artikel gegen mich glauben machen zu wollen scheint, man müsse Zapfen und Stäbchen in dieser Frage aus einander halten. Die Erklärung der Taf. XIII befindet sich zwar gerade an der interessanten Stelle in einer unentwirrbaren Confusion (Vergl. Fig. 5 und 6). Aber wir haben einen Leitstern in diesem Chaos. Man mag sich beliebiger Freiheit der Nomenclatur bedienen, so wird doch Jeder bereit sein, in der Vogel-Retina alle diejenigen Gebilde Zapfen zu nennen, welche einen Oeltropfen besitzen. Nun zeigen sich l. c. Fig. 5*e* zwei deutliche, etwas birnförmige Zapfen mit schönen Oeltropfen, und jeder der ersteren ist mit einem Ellipsoid versehen. Diese Zapfen stehen aber in der Erklärung unter den Stäbchen. Wenn also Jemand Verwechslungen sich hat zu Schulden kommen lassen, so dürfte es jedenfalls Herr M. Schultze selber gewesen sein.

---

1) Göttinger Nachrichten l. c.

2) Archiv f. mikrosk. Anat. 1867. Bd. III, S. 222.

Die fundamentale Frage ist natürlich in der ganzen Angelegenheit nach der Bedeutung der Opticus-Ellipsoide. Nun hatte ich 1860 gezeigt, dass die Zapfen-Ellipsoide mit einer in der Axe des Innengliedes verlaufenden, sehr feinen Faser in Zusammenhang stehen, deren Endigung nach dem Innern des Auges zu in dem zugehörigen Zapfenkorn der äusseren Körnerschicht stattfindet. Die Verbindung ist nicht in allen Präparaten zu verfolgen; dann endigt die feine centrale Faser dicht vor dem Zapfen-Ellipsoid mit einer kleinen Anschwellung. Unter der Voraussetzung, dass die Fasern des N. opticus durch verschiedene Instanzen mit den äusseren Körnern in Zusammenhang stehen, stellt unzweifelhaft das Zapfen- resp. Stäbchen-Ellipsoid das Ende der betreffenden Opticusfaser dar. Die centrale Faser des Innengliedes habe ich daher neuerdings (Göttinger Nachrichten l. c.) als Terminalfaser des N. opticus bezeichnet. Ihr Verhältniss zu dem zugehörigen Ellipsoide ist durch meine früheren hier wiederholten Abbildungen (s. den Holzschnitt) in klares Licht gestellt.



Zapfen der Retina des Huhnes. *a* Aussenglied. *b* Oeltropfen. *d* Zapfenkorn. *e* Zapfen-Ellipsoid. *c* Terminalfaser des N. opticus, von dem Zapfenkorn ausgehend und mit dem Ellipsoid in Zusammenhang stehend; in *c'* endigt sie mit einer leichten, kolbenförmigen Anschwellung (nach W. Krause, Anatomische Untersuchungen, 1861. Taf. II. Fig. 5 u. 6).

Herr Schultze bemerkt nun (l. c. Bd. III. S. 223) „die Entscheidung darüber, wie sich hiermit (mit der auch von Max Schultze angenommenen Axenfaser im Innengliede oder der Terminalfaser des N. opticus) die Existenz des (Opticus-Ellipsoids) vertrage, ob letzteres mit der (Terminalfaser) in Verbindung stehe, vielleicht eine Endanschwellung derselben darstelle, oder wie sonst sich die Sache gestalte, muss ich späteren Untersuchungen vorbehalten“.

Oft hat es sich ereignet, dass Jemand ein wichtiges Verhältniss constatirte, ohne von analogen Mittheilungen Anderer Kenntniss zu haben. Dass aber Jemand, unter der Voraussetzung etwas Neues zu bringen, in der Zu-

kunft ein Verhältniss zu constatiren verspricht, welches 7 Jahre früher bereits genau festgestellt worden war — das dürfte doch lange nicht dagewesen sein, und diese seltene Erscheinung gab die Veranlassung zu meinem ersten Artikel über die Endigung des N. opticus.

Indem wir hiernach Herrn Max Schultze seinem eigenen Nachdenken überlassen, wenden wir uns zu den Aussengliedern der Stäbchen und Zapfen.

(Fortsetzung folgt.)

Historische Notiz zu dem Seite 64—73 dieses Archivs abgedruckten Aufsatze „Ueber eine Bedingung des Zustandekommens von Vergiftungen."

Von

Dr. Ludimar Hermann in Berlin.

Von befreundeter Seite bin ich darauf aufmerksam gemacht worden, dass die in dem oben genannten Aufsatze enthaltene Erklärung für die Unwirksamkeit gewisser Gifte vom Magen aus nicht neu ist. In einem mir und vermuthlich vielen Fachgenossen unbekannten Journal: „Revue des cours scientifiques de la France et de l'Étranger" 1865. No. 11. befindet sich ein Bericht über eine von Claude Bernard im Collège de France gehaltene Vorlesung, in welcher derselbe Gedankengang und ein dem meinigen sehr ähnlicher Versuch zur Erklärung der Unwirksamkeit des Curare vom Magen aus angeführt wird. Der Versuch bestand darin, dass einem Hunde nach Darreichung von 1 Grm. Curare die Nieren exstirpirt wurden, wonach in 3 Stunden der Tod unter den Symptomen der Curare-Vergiftung eintrat.

Zur Sache selbst erlaube ich mir noch zu bemerken, dass mir besonders für Vorlesungen der von mir angegebene Versuch (an Kaninchen) geeigneter scheint. Wenn man nach der Unterbindung der Nierengefässe das Curare in den Magen bringt, so tritt der Tod unter den von mir erörterten Erscheinungen mit Blitzesschnelle ein, während bei dem Bernard'schen Verfahren schon vor der Nierenexstirpation jedenfalls ein grosser Theil des Giftes in den Harn übergeht, so dass der Rest erst nach längerer Zeit den Tod herbeiführt; ausserdem gestattet Bernard's Versuch nicht, das Thier nach der Operation zuerst im unvergifteten Zustand zu beobachten.

Berlin, den 1. October 1867.

Zur Physiologie der Thränensecretion.

Von

Dr. Ulrich Herzenstein aus Odessa.

(Hierzu Taf. XVII. B.)

Anatomisches.

Zu den Organen, die ihr Secret auf die freie Oberfläche der Conjunctiva absondern, gehören bekanntlich die Thränendrüse und die sogenannten Krause'schen Drüsen.

Die Thränendrüse schmiegt sich mit ihrer oberen convexen Fläche an die Fossa lacrymalis des Proc. zygomaticus ossis frontis, also an die obere äussere Orbitalwand an, wo sie durch ein kurzes von der Fascia tarso-orbitalis nach rückwärts laufendes Bändchen suspendirt wird (Lig. Sömmeringii) und mit der unteren concaven Fläche liegt sie dem Bulbus auf.

Die Conjunctivalmündungen der haarfeinen Ausführungsgänge sind mit unbewaffnetem Auge nicht zu sehen, ihre Zahl ist verschieden (4—6—12). Der Durchmesser der Ausführungsgänge im injicirten Zustande misst nach Sappey 0,45 Mm. Das Gewicht der Drüse ist 11 Gran (Krause).

Die zur Drüse gehörende Arterie — Art. lacrymalis — ist ein Ast der Art. ophthalmica. Ihr Verlauf zur Drüse ist zwischen dem M. rect. sup. und externus längs der äusseren Orbitalwand. Sie entspringt bisweilen ausschliesslich aus der Art. meningea media oder Art. temporalis profunda. Nicht selten sind die Anastomosen der Thränenarterie mit diesen Gefässen

(Luschka)[1]. Die Vena lacrymalis hat denselben Verlauf und ergiesst ihr Blut in die Vena ophthalmica.

Was die Nerven der Drüse betrifft, so sind die Angaben der Anatomen nicht übereinstimmend. So lässt Hyrtl[2]) den N. lacrymalis zwar zur Drüse gehen, zweifelt aber, ob er dieselbe versorgt; „er geht am oberen Rande des Rectus externus zur Thränendrüse, verbindet sich gewöhnlich durch einen Nebenast mit dem Jochwangennerv, versorgt die Gland. lacrymalis (?), die Conjunctiva . . ." Nach Luschka erfährt der Lacrymalnerv hinter der Drüse eine Spaltung in zwei Aeste: Nervus lacrymalis internus et externus. Der äussere bildet eine Anastomose mit dem Ramus superior des N. subcutaneus malae, zieht am lateralen Umfange der Drüse vorbei und löst sich in einige Zweige auf, die für die äussere Hälfte des oberen Lides bestimmt sind. Der innere Lacrymalnerv versorgt die Drüse und die Conjunctiva des oberen Lides.

Longet[3]) lässt ebenfalls den Thränennerv in zwei Zweige sich theilen: R. lacrymo-palpébral et R. temporo-malaire und „da die Ausbreitung des N. subcutaneus malae nicht merklich von der des Thränenzweiges abweicht, so könnte man, um diese Aehnlichkeit hervorzuheben, den Augenhöhlenzweig auch als Thränenzweig des Oberkieferastes bezeichnen". Der N. subcutaneus malae zerfällt auch in zwei Zweige: R. inf. s. lacrymopalpebr. und R. sup. s. temporo-mal. — Ferner hatten einige Anatomen behauptet — Swan, Magendie, Cruveilhier — dass der Nervus patheticus zum Theil oder sogar ganz den Thränennerv hergebe. Eine Behauptung, die auf einer falschen Deutung der wirklichen anatomischen Verhältnisse gegründet ist. Es ist wahr, dass der Thränennerv zuweilen mit zwei getrennten Theilen entsteht: mit dem einen offenbar aus dem R. ophthalmicus quinti und mit dem anderen scheinbar aus dem Patheticus. Und mit Recht bemerkt Longet, „man vergesse nicht, dass der Trochlearis längs der äusseren Wand des

1) Luschka, Anatomie d. Menschen.
2) Hyrtl, Lehrb. d. Anat. p. 494. 739. 6. Aufl.
3) Longet, Anat. u. Phys. d. Nerv. Bd. 2. p. 336.

Sinus cavernosus dicht neben dem Augenast verläuft, mit dem er eine Verbindung eingeht. Was ist also Wunderbares daran, dass Fäden des Augenastes, welche sich vorher dem Patheticus angelegt hatten, wieder von diesem abgehen? In der That sind dies doch Fäden des Trigeminus."

Die soeben beschriebenen anatomischen Verhältnisse des Thränensecretionsorgans am Menschen sind auch bei allen Säugethieren im Allgemeinen dieselben — einige Abweichungen ausgenommen.

Von Wichtigkeit für uns ist der Umstand, dass bei den meisten Säugern die Drüse gerade derjenigen Orbitalwand anliegt, die nicht knöchern — wie beim Menschen — sondern grösstentheils nur von Weichtheilen umgeben ist, was den Zutritt zur Augenhöhle und resp. zu den in Rede stehenden Gebilden erleichtert. So ist beim Hunde die Orbita von Aussen nur von den Weichtheilen, welche die Fossa temporalis ausfüllen, bedeckt und die äussere Augenhöhlenwand wird nur durch die Orbitalhaut gebildet. Beim Schafe ist nur der vordere Theil — etwa ein Querfinger breit — der Orbitalwandungen ringsum knöchern, weiter nach hinten, dem Foramen opticum zu, ist der Orbitalboden und theilweise die äussere Wand so zu sagen offen, d. h. nur mit Weichtheilen bedeckt.

Was die topographische Lage der in Rede stehenden Organe bei den Säugern anbelangt, so kann wohl der Hund als Prototyp angeführt werden, wie es Fig. 1 versinnlicht.

II. Histologisches.

Die Glandula lacrymalis besteht bekanntlich aus Aggregaten traubenförmiger Drüsen, welche dem histologischen Baue nach den Speicheldrüsen sehr ähnlich erscheinen, und wird gleich diesen zu den sogenannten zusammengesetzten acinösen Drüsen gerechnet.

Was die Endigungen der Drüsennerven anbelangt, so sollen nach Krause[1]) „vermuthlich" die Nerven der Thränen-

---

1) Krause, die Drüsennerven. Henle u. Pfeuffer's Zeitschr. Bd. 23. 1. 2. 14. p. 46.

drüse des Igels sich ähnlich denen der Backendrüse verhalten: in die einzelnen Läppchen der Backendrüse des Igels treten doppeltcontourirte Nervenfasern ein, bilden einen Plexus, aus welchem man Primitivfasern ausgehen sieht, die mit einer dickwandigen Kapsel — „Endkapsel der Drüsennerven" — zwischen den Acini endigen.

Bei meinen mikroskopischen Untersuchungen der Thränendrüse hielt ich mich an die Vorsichtsmaassregeln und Untersuchungsmethoden, die Pflüger[1]) für das histologische Studium der Gl. submaxillaris angiebt. Ich wandte hauptsächlich die Maceration der Drüse in einer 2procentigen Chromsäurelösung und das Jodserum an und es gelang mir dann und wann, an feinen Schnitt- und Isolationspräparaten die von Pflüger beschriebene erste Art der Nervenendigung d. h. die Durchbohrung der Alveolenhülle durch markhaltige Nervenfasern zu constatiren. Die zweite Art — „die gangliöse Nervenendigung" — war ich nie so glücklich, zu Gesichte zu bekommen. An Drüsen, die einige Zeit in Jodserum lagen, sind wohl den Ganglienzellen[2]) ähnliche Gebilde häufig zu beobachten. Ich konnte aber weder die Verbindung dieser Zellen mit den Thränenzellen, noch den Zusammenhang mit Nervenfasern wahrnehmen. Es gebrach mir übrigens an der für solche Studien erforderlichen Zeit, so dass ich mich weder für noch gegen die Existenz einer „gangliösen Nervenendigung" aussprechen kann.

Versuche an Kaninchen.

A. Reizung des Lacrymalis nach Eröffnung der Schädelhöhle und Abtragung des Orbitaldaches.

Versuch I. Ein junges Kaninchen mittlerer Grösse wurde am Kaninchenhalter in der Bauchlage befestigt, die Schädelhöhle rasch eröffnet und das grosse Gehirn abgetragen. Jetzt wurde das Orbitaldach nach aussen vom Frontalnerven, den man

1) Pflüger, die Endig. d. Absond. d. Nerv.

2) Krause. Ueber die Drüsennerven. Zeitschr. f. ration. Med. 3. R. XXIII. Bd. 1. u. 2. Hft. p. 54: „Was die Ganglienzellen betrifft, so sind sie in der Submaxillardrüse der Katze zahlreich vorhanden . . . . Beim Menschen finden sie sich in den Gll. parotis, submaxillaris, sublingualis, lacrymalis und auch im Pancreas."

durchschimmern sieht, vorsichtig weggenommen und zwischen dem Rectus superior und externus der Thränennerv aufgesucht und dicht an der Eintrittsstelle in die Orbita unterbunden und durchschnitten. Das hinreichend lange peripherische Stück des Nerven wurde auf die Elektroden gelegt und die Reizung unternommen. Fast sogleich nach begonnener Reizung sah man die Thränen sich reichlich im Conjunctivalsacke ansammeln, während am Auge der unverletzten Seite keine Veränderung der Secretion wahrzunehmen war.

Anmerkung. Zur Reizung bediente ich mich bei meinen Versuchen des du Bois-Reymond'schen Schlittenapparates nebst Schlüssels. Die Reizung wurde oft durch Ruhepausen unterbrochen, um den Nerven längere Zeit leistungsfähig zu erhalten. Stromschleifen wurden durch sorgfältige Isolirung vollkommen ausgeschlossen.

Solcher Versuche wurden mehrere angestellt; die Resultate waren aber oft negative, was sich übrigens leicht erklären lässt, da die Kaninchen meistens während der Versuche starben. Nur diejenigen, die den Versuch etwa 2—3 Minuten überlebten, ergaben positive Resultate.

B. Reizung des Lacrymalis nach Abtragen des Orbitalbodens.

In einer zweiten Reihe von Versuchen war meine nächste Aufgabe, zu suchen, dem Nerven auf eine schonendere und weniger eingreifende Art als die so eben beschriebene beizukommen.

Versuch II. Nachdem ein grosses weisses Kaninchen in der Rückenlage befestigt war, wurde ein Schnitt, ungefähr einen Zoll lang, parallel dem unteren Rande der Orbita bis auf den Knochen geführt und ein Stück des Oberkiefers resecirt. Man bekam alsdann freien Zutritt zur Augenhöhle. Ferner wurde der Bulbus mittels eines Stilets vorsichtig auf die Seite (nach innen-unten) geschoben, und dicht an der äusseren Orbitalwand und in der dem Verlaufe des oberen Randes des äusseren geraden Augenmuskels entsprechenden Richtung wurde der Lacrymalis aufgesucht, dicht an der Fissura orbitalis superior durchschnitten und bei Vermeidung jeder Zerrung und Quetschung auf die Elektroden gebracht. Das Resultat dieses Versuches war eine „scheinbare“ Vermehrung der Secretion.

Auch dies Verfahren erwies sich als zu eingreifend und oft mit einer lethalen Blutung verbunden. In der Augenhöhle verletzt man sehr leicht die Vena ophthalmica inferior, was das

Aufsuchen des Nerven erschwert; ferner ist es schwer, den Nerven vor Zerrung und Quetschung zu schützen und während der Reizung Stromschleifen zu vermeiden, weil man sehr wenig Spielraum für die Elektroden hat; so dass die Ergebnisse dieser Versuche schwankend waren. Ueberhaupt überzeugte ich mich, dass das Kaninchen zu Versuchen dieser Art sich nicht eignet.

C. Directe Lacrymalis-Reizungs-Versuche an Hunden.

Bei weitem geeigneter zu unserem Zwecke gestalten sich die anatomischen Verhältnisse beim Hunde, bei dem die äussere Orbitalwand, wie wir oben sahen (S. 653, Fig 1), so zu sagen oben offen, d. h. nur mit den die Fossa temporalis ausfüllenden Weichtheilen bedeckt ist, so dass der Zutritt zur Drüse und den Nerven, die ja gerade nach aussen-oben in der Augenhöhle ihren Sitz haben, mit grosser Leichtigkeit und geringer Verletzung gestattet ist. Das Technische des Verfahrens, um den in Rede stehenden Organen beizukommen, ist folgendes (s. Fig. 2).

Nachdem das Thier in der Rückenlage befestigt und in der Regel durch eine Morphium-Injection in die Vena jugularis externa (2—4 Cc. von einer Lösung Morph. gr. X auf 100 Cc. Wasser) in den Zustand der Narkose versetzt ist, führe man einen Schnitt parallel dem äusseren Orbitalrande, so dass die verlängert gedachte äussere Lidcommissur den Schnitt halbirt, d. h. die obere Hälfte der Incision nach oben und die untere nach unten von der Comissura externa zu liegen kommt. Jetzt wird ein zweiter Schnitt vom oberen Ende des ersten in der Richtung der Ursprungsstelle des M. temporalis durch die Weichtheile bis hart auf den Knochen, etwa $1\frac{1}{2}$—2″ lang, und eine dritte Incision von derselben Länge vom unteren Ende der ersten Incision dem äusseren Gehörgange zu geführt. Man bekommt alsdann einen quadrangulären Lappen, den man von der Schläfengrube trennt und zurückschlägt; jetzt liegt die äussere Wand der Orbita, die hier nur durch die Orbitalhaut gebildet ist, frei zu Tage. Nachdem die Blutung gestillt ist, schreite

man zur Eröffnung der Augenhöhlenhaut, durch welche man gewöhnlich die Nerven durchschimmern sieht. Man schlitzt die Kapsel vorsichtig in der Richtung des oberen Randes des M. rect. ext. von vorn nach hinten auf, bis man eine hinreichend grosse Oeffnung bekommt, um die Nerven zu isoliren und zu unterbinden. Das Freilegen des Nerven ist der schwerste Act der Operation, da man angewiesen ist, die Instrumente in einem ziemlich engen Raume zu handhaben. Zu diesem Zweck wendet man am besten ein feines stumpfes Stilet an, mittelst dessen man das den Nerven umgebende Bindegewebe lostrennt. Ist dieses geschehen, so führe man eine mit einem Faden versehene Heftnadel oder einen Ligaturhaken unter den Nerven und suche letzteren so nahe als möglich an seiner Eintrittsstelle in die Orbita zu unterbinden und zu durchschneiden, bei Vermeidung jeder Zerrung, weil ja der Nerv sehr dünn und zart ist und leicht seine Leistungsfähigkeit einbüsst; ausserdem ist bei der Durchschneidung nicht zu vergessen, dass man nahe an der Fissura orb. superior die Vena ophthalmica verletzen kann, wie auch die gleichnamige Arterie. Aus dem unteren Mundwinkel, wo die Kaumuskulatur durchschnitten wird, findet nicht selten eine starke Blutung statt; um diese zu vermeiden, ist es von grossem Nutzen, den Fig. 3 dargestellten Haken anzuwenden, der so angelegt wird, dass sein gekrümmtes Ende zwischen der unteren Orbitalwand und dem Bulbus und sein längeres gerades Ende auf der Muskelwundfläche zu liegen kommt. Der Nutzen dieses Hakens besteht noch darin, dass er viel zur Vergrösserung des Operationsfeldes beiträgt, indem er die Weichtheile auf die Seite schiebt. Dieses Verfahren ist sehr wenig eingreifend und verletzend — die Thiere erholen sich schnell nach der Operation, sogar wenn der Versuch an beiden Augen angestellt wird. Ich will hier noch bemerken, dass man nur nicht die Morphium-Narkose bei den Versuchen zu weit treibe. Es ist wahr, dass sie das Experiment erleichtert, andererseits ist aber der Einfluss, den ja bekanntlich das Opium auf die Absonderungen ausübt, nicht ausser Acht zu lassen.

Versuch III. An einem Pintscherhund wurde die Iugularis externa d. blossgelegt und 4 Cc. der oben erwähnten

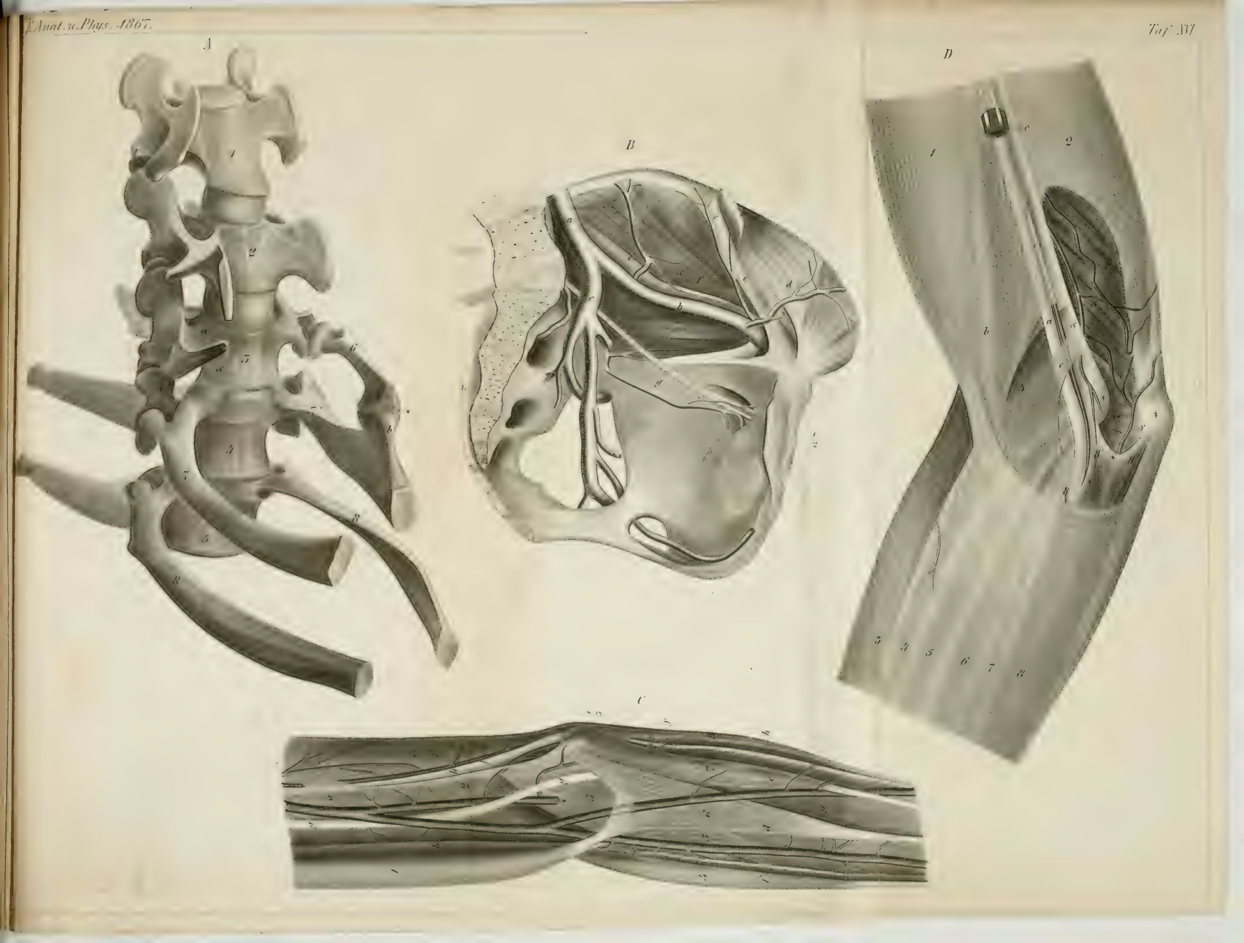
Morphiumlösung injicirt, alsbald trat die Narkose ein. Jetzt wurde der Thränennerv auf der linken Seite nach der soeben angegebenen Methode aufgesucht, durchschnitten und das peripherische Endstück über die Elektroden gebrückt. Nach etwa 2—3 Minuten Reizung stellte sich ein Hervorquellen der Thränen ein; es füllte sich der Conjunctivalsack rings um den Bulbus mit Flüssigkeit an, die bald bei fortgesetzter Reizung und Verstärkung des Stromes über den freien Rand der Lider herausfloss. Nachdem das Auge sorgfältig abgetrocknet war, wurde die Reizung wiederholt; abermals sammelten sich die Thränen in beträchtlicher Menge, während das rechte Auge im gewöhnlichen Feuchtigkeitsgrade verharrte.

Versuch IV. und V. An einem grossen, lebhaften schwarzen Pudel wurde, nach vorhergeschickter Morphiuminjection, die Orbita auf der rechten Seite eröffnet. Beim Aufsuchen des Nerven wurde die Art. lacrymalis verletzt und es fand eine starke Blutung statt, welche das Isoliren und Unterbinden des Lacrymalnerven sehr erschwerte. Die Reizung ergab jedoch vermehrte Secretion; nur schossen die Thränen nicht im Strome, wie gewöhnlich, hervor, sondern sammelten sich sparsamer in dem Conjunctivalsacke an. Am linken Auge war keine Veränderung der Secretion wahrzunehmen. Am folgenden Tag wiederholte ich den Lacrymalisversuch an demselben Hund auf der unverletzten Seite, ohne das Thier der Morphium-Narkose auszusetzen. Der Erfolg dieses Versuches war evident gesteigerte Thränensecretion, die in viel reichlicherem Masse ausfiel, als bei der Reizung im Zustande der Morphium-Einwirkung.

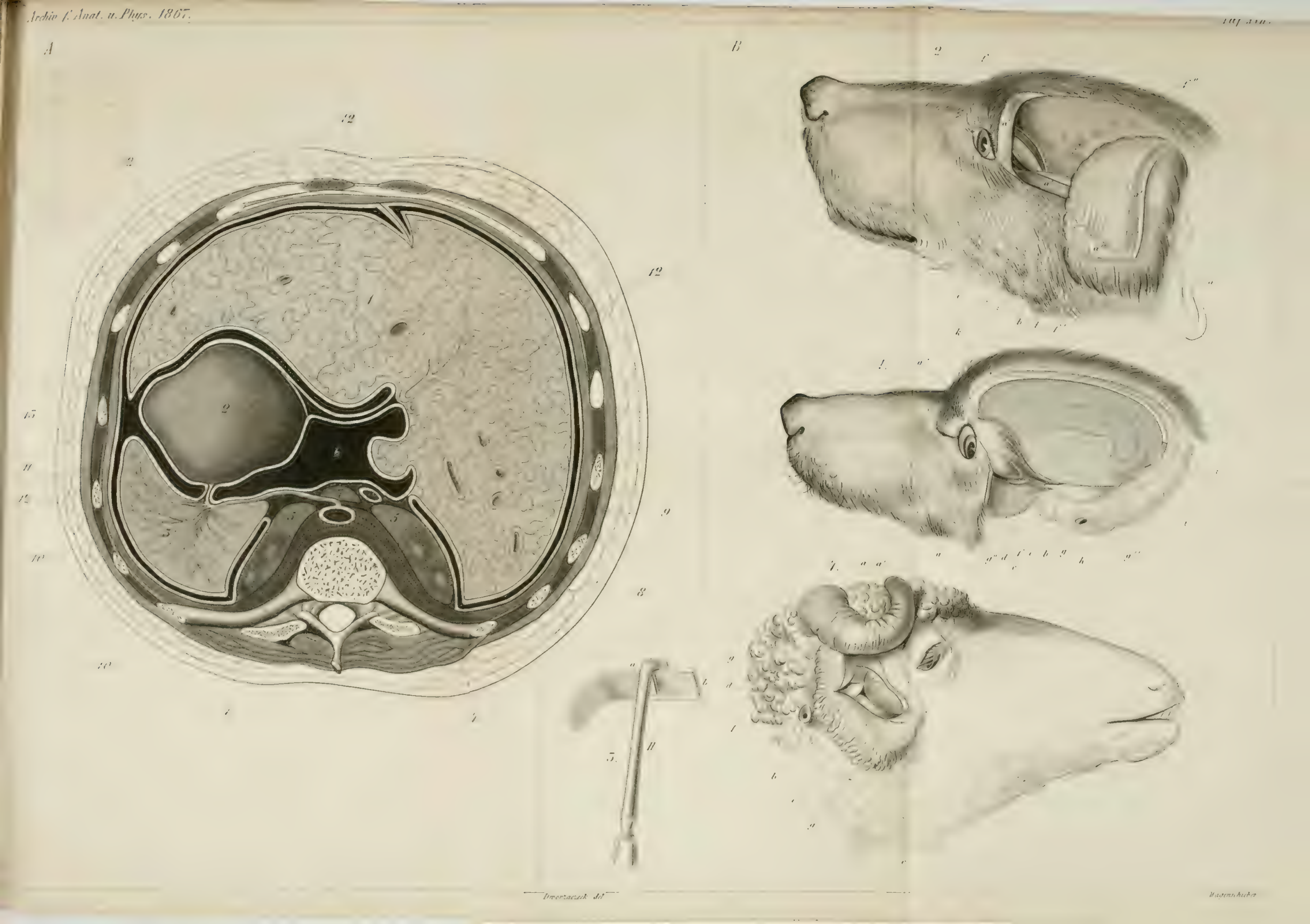
D. Reizung des N. subcutaneus malae.

Versuch VI. An einem kleinen Pintscherhund wollte ich auf die gewöhnliche Art den Lacrymalisversuch anstellen, es trat aber während der Operation eine Blutung ein, die das Auffinden des Nerven Lege artis unmöglich machte. Ich ging daher mit dem Haken in der Richtung des äusseren geraden Augenmuskels in die Orbita ein und fasste den ersten besten Nerven, den ich zu Gesicht bekam. Die Reizung dieses Nerven ergab „scheinbare“ Vermehrung der Thränensecretion. Um uns zu überzeugen, ob es der richtige Nerv war, den wir reizten, wurde sogleich die Section gemacht. Es erwies sich, dass es der am unteren Rande des R. externus verlaufende N. subcutaneus malae war. Dieser misslungene Lacrymalisversuch veranlasste mich, folgenden anzustellen.

Versuch VII. An einem Hunde wurde nach Eröffnung der Augenhöhle der Nervus subcutaneus malae nahe am Orbitalboden unterhalb des geraden äusseren Augenmuskels aufgesucht und so nahe als möglich an seiner Eintrittsstelle in die Orbita unterbunden. Die Reizung ergab vermehrte Thränen-


A
B
C
D








Taf. XIII.
8.
9.
1.
3.
2.
A
10.
B
A
B
4
5.
6.
7.



secretion, die jedoch geringer zu sein schien, als die in Folge der Reizung des Lacrymalis rami ophthalmici quinti hervorgerufene Thränenabsonderung.

Ich wiederholte öfters die Reizungsversuche des Lacrymalis r. maxillaris superioris quinti (s. N. subcutan. malae) und constatirte jedesmal in Folge der Reizung eintretende Vermehrung der Thränensecretion.

E. Directe Lacrymalis-Reizungs-Versuche am Schafe.

Beim Schafe kann man dem Thränensecretionsorgan mit seinen Gefässen und Nerven auf eine noch weniger verletzende Art als am Hunde beikommen. Die Orbita ist nämlich bei diesem Thiere nicht überall knöchern; der Orbitalboden ist nur am vorderen Orbitalrande aus Knochen gebildet, weiter nach hinten ist sie nur von Weichtheilen umgeben. Unser Verfahren beim Aufsuchen des Lacrymalis war daher folgendes: Parallel dem unteren Orbitalrande und etwa $^1/_2$ Zoll entfernt von demselben wurde ein etwas bogenförmiger Schnitt, ungefähr 2 Zoll lang, und eine zweite Incision senkrecht zur Mitte der ersten in der Richtung von vorn nach hinten, dem äusseren Gehörgange zu geführt. Man bekommt alsdann zwei trianguläre Hautlappen, die man lospräparirt und zurückschlägt, wie es Fig. 4 versinnlicht. Jetzt kommt das hier liegende Fettpolster zum Vorschein, welches man vorsichtig abzutragen hat, weil es von Blutgefässen und Nerven durchzogen wird, welche theilweise aus der Orbita kommen und zur Haut am äusseren Augenwinkel verlaufen (Zweige des Subcutaneus malae und des Lacrymalis — solch ein Stämmchen ist in Fig. 4 zu sehen). Ist dieser Fettklumpen fortgeschafft, so gewinnt man alsbald freien Zutritt von unten-aussen zur Augenhöhle und resp. zu den in Rede stehenden Organen. Der Raum ist zwar etwas eng, indess hinreichend, um das Aufsuchen des Nerven am äusseren Winkel, nahe an der verlängert gedachten äusseren Lid-Commissur zu gestatten. Die übrigen anatomischen Verhältnisse sind dieselben, wie die am Hunde. Es ist ersichtlich, dass dieses Verfahren weniger Weichtheile verletzt, es lässt die Kau-

musculatur unberührt und ist mit fast gar keiner Blutung verbunden, nur erfordert das Auffinden und Blosslegen des Nerven mehr Uebung als am Hunde.

Versuch VIII. An einem Hammel wurde der Thränennerv auf die soeben beschriebene Art blosgelegt. Während des Aufsuchens des Nerven machte das Thier eine heftige Bewegung mit dem Kopfe, so dass die Lacrymalisvene verletzt wurde und eine ziemlich starke Blutung eintrat, die das Aufsuchen der Nerven unmöglich machte; ich war daher gezwungen, die V. lacrymalis zu unterbinden, um dem Nerven ungestört beikommen zu können. Im Momente der Unterbindung und Durchschneidung des Lacrymalis schossen die Thränen im Strome hervor. Nachdem der Nerv durchschnitten war, wurde er auf die stromzuführenden Drähte gelegt, das Auge abgetrocknet, und die Reizung durch Oeffnung der Nebenschliessung begonnen. Sogleich trat ein reichlicher Thränenfluss ein. Am selben Thiere wurde den Tag darauf der Lacrymalis-Versuch auf der anderen Seite wiederholt. Das Resultat war auch diesmal ein positives.

F. Lacrymalis-Versuche bei gehemmtem Blutstrome in der Drüse.

Um die Blutung während der Eröffnung der Augenhöhle zu vermindern und den Einfluss des gehemmten Blutstromes zu beobachten, wurde folgendes Experiment angestellt.

Versuch IX. An einem Hunde mittlerer Grösse wurden auf der linken Seite die Jugularis externa und die Carotis communis blosgelegt, in die erstere 2 Cc. Morphiumlösung injicirt und auf letztere eine Klemmpincette angelegt. Alsdann wurde die Augenhöhle auf die gewöhnliche Weise eröffnet (die Blutung während dieses Actes der Operation war fast Null), das Aufsuchen des Nerven war bedeutend leichter als bei ungestörter Blutcirculation. Die Reizung des Lacrymalis ergab vermehrte Thränensecretion, die jedoch etwas sparsamer ausfiel, als bei Abnahme der Hemmungspincette.

An einem Schafe wiederholte ich denselben Versuch, auch hier erwies sich die Absonderung bei gehemmtem Blutstrome geringer, als bei ungestörter Circulation. Nur war am Schafe in beiden Fällen, d. h. sowohl beim Anlegen als beim Abnehmen der Klemmpincette, das Hervorströmen der Thränen ein relativ reichlicheres als am Hunde, was sich übrigens aus dem Umstande, dass dieser Versuch nicht in der Narkose angestellt war, erklären lässt.

Aus den Ergebnissen der vorhergehenden Versuche glaube ich mich zu folgenden Schlüssen berechtigt:

1) Die directe Reizung des Lacrymalis vermehrt die Thränensecretion; dieser Nerv ist also als ein secretorischer Nerv der Thränendrüse anzusehen.

2) Auf die Thränenabsonderung hat auch der N. subcutaneus malae (bei Hunden) einen vermehrenden Einfluss; — ob letzterer anderer Natur ist, als der des Lacrymalis, liess sich nicht ermitteln. Dennoch scheint der Subcutaneus malae eine quantitativ geringere Vermehrung der Thränensecretion hervorzurufen, als die Reizung des Lacrymalis.

3) Bei Circulationsstörungen, wie Blutungen aus den zu- oder abführenden Blutgefässen und gehemmtem Blutstrome in der Drüse, bleibt der Erfolg der Reizung des Nerven, d. h. die gesteigerte Thätigkeit der Drüse, nicht aus. Die vermehrte Thränensecretion ist zwar in solchen Fällen sparsamer als bei ungestörter Blutcirculation, allein diese Differenz ist leicht dadurch zu erklären, dass unter solchen Umständen die Drüsenzellen, die eigentlichen secretorischen Organe, angeregt durch den Nervenreiz zur Thätigkeit, aus Mangel an Material weniger secerniren, als sonst bei ungestörter Blutzufuhr.

G. Reflex-Versuche.

Es ist bekannt, das psychische Affecte, wie Kummer, Freude, Rührung, Zorn, Mitleid u. a. m. vermehrte Thränenabsonderung zur Folge haben. Ferner wissen wir, dass verschiedene Reize, die auf die peripherischen Ausbreitungen des Trigeminus, (Reizungen der Nasenschleimhaut, Zahnschmerz, Neuralgien, Reizung der Conjunctiva u. s. w.) und des Opticus (grelles Licht) einwirken, eine gesteigerte Secretion der Thränendrüse hervorrufen. Um auf experimentellem Wege den Einfluss der sensiblen Zweige des Trigeminus und des Sehnerven zu untersuchen, stellte ich folgende Versuche an.

Versuch X. An einem kleinen Pintscherhund legte ich den Frontalnerv bloss, indem ich eine Incision parallel dem Supraorbitalrande durch die Haut und das subcutane Zellgewebe führte und den Nerv an seiner Austrittsstelle aus der Augenhöhle auffand und ihn auf eine ziemlich lange Strecke loslprä-

parirte, um ein zur Reizung hinreichend langes extra-orbitales Stück zu bekommen. Jetzt wurde er durchschnitten und das centrale Endstück gereizt. Das Thier befand sich in der Morphium-Narkose und schien dennoch heftige Schmerzen zu empfinden. Nach einigen Minuten fortgesetzter Reizung sammelten sich die Thränen in beträchtlicher Menge in dem Conjunctivalsacke an, auf der gereizten Seite, während das andere Auge keine vermehrte Thränensecretion zeigte.

Versuch XI. An einem anderen Hunde wurde der Infraorbitalnerv bei seiner Ausgangsstelle aus dem gleichnamigen Kanal blossgelegt, durchschnitten und das centrale Ende gereizt. Das Thier schien Schmerzen zu empfinden, und sogleich trat vermehrte Thränensecretion auf der entsprechenden Seite ein, während auf der anderen gar keine Zunahme der Absonderung zu constatiren war.

Derselbe Versuch wurde an einem Schafe wiederholt und das Ergebniss des Versuches war auch diesmal dasselbe, d. h. die reflectorisch vermehrte Thränensecretion beschränkte sich nur auf die gereizte Seite.

Versuch XII. An einem Hunde, dessen Thränennerv auf der rechten Seite durchschnitten war, wurde das entsprechende Nasenloch mittelst Watte sorgfältig verstopft, und in das linke Nasenloch brachte ich ein Stückchen mit Ammoniak getränkter Watte ein; es stellte sich sofort vermehrte Thränensecretion nur auf der linken Seite ein. Als ich aber dieselbe reizende Flüssigkeit in das der verletzten Seite entsprechende Nasenloch einführte, war weder auf der einen noch auf der anderen Seite eine Zunahme der Thränenabsonderung wahrzunehmen.

Versuch XIII. Am Menschen stellte ich das Experiment auf folgende Art an: nachdem ein Nasenloch mit Watte verstopft und die Augen mit einem Tuch geschützt waren, wurde in das andere Nasenloch mittelst eines Glasrohrs fein gepulverter Schnupftabak eingeblasen und die Augenbinde sogleich weggenommen. Es trat sofort auf dieser Seite Thränenfluss ein, während am anderen Auge gar keine Vermehrung der Thränensecretion zu bemerken war.

Betreffs der reflectorischen Thränenabsonderung in Folge der Einwirkung grellen Lichtes auf die Netzhaut stellte ich am Menschen folgenden Versuch an.

Versuch XIV. Bei Sonnenschein wurden vor beiden Augen der beobachteten Person zwei dunkel gefärbte Glasplatten von hinreichender Grösse, um die Augen vor dem Zutritte des Lichtes zu schützen, gehalten, und während die betreffende Person, bei unbeweglicher Kopfhaltung, irgend einen nahe der Sonne am Himmel gelegenen Punkt mit beiden Augen fixirte, wurde

eine von den Platten langsam auf die Seite weggeschoben, so dass das entsprechende Auge allmählich mehr und mehr der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt wurde; dann trat sofort, als die Pupille des Schutzglases beraubt war, Thränenfluss gleichzeitig sowohl aus dem bewaffneten, als aus dem ungeschützten Auge ein.

Gestützt auf diese Versuche, kann man folgende Sätze aufstellen:

1) Die Reizung der sensiblen Zweige des ersten und zweiten Astes des dreitheiligen Nerven ruft auf reflectorischem Wege die Thränensecretion hervor — Trigeminus-Thränen.

2) Durchschneidung des Lacrymalnerven hebt die Reflex-Absonderung auf, oder mit anderen Worten, der Lacrymalis vermittelt die reflectorisch erregte Thränensecretion.

3) Der Reflex von den sensiblen Zweigen des Trigeminus aus beschränkt sich auf die gereizte Seite — und

4) Lichtreize, die auf die peripherischen Opticusendigungen einer Seite einwirken, haben gesteigerte Thätigkeit der Thränendrüse zur Folge, die als eine vermehrte doppelseitige Thränensecretion sich kundgiebt. Der Grund dieses doppelseitigen Auftretens des Opticus-Reflexes ist vielleicht im Chiasma Nervorum opticorum zu suchen (?) — jeder Reiz, der die eine Netzhaut in grosser Ausbreitung trifft, wirkt gleichzeitig auf die Endfasern beider Optici. — Erinnerung an den Reflex auf beide Pupillen.

H. Durchschneidungsversuche am Lacrymalis.

Versuch XV. An einem Pintscher mittlerer Grösse und an einem jungen schwarzen Pudel wurde gleichzeitig das Experiment der Art angestellt, dass an dem Pintscher nach Eröffnung der Augenhöhle die zur Drüse verlaufenden Nerven durchschnitten wurden (auf der rechten Seite), am Pudel wurde ausser der Lacrymalisdurchschneidung auch der Halsstrang des Sympathicus auf derselben Seite durchschnitten. An beiden Thieren wurden die Wunden sorgfältig durch Suturen vereinigt und gepflegt. Diese Operation wurde ohne Morphium-Injection ausgeführt. Bald nach der Operation waren keine Veränderungen der Secretion zu bemerken. Einige Zeit nachher stellte sich auf der operirten Seite bei beiden Hunden continuirliche Thränenabsonderung ein, die beim Pintscher längere Zeit (mehrere Tage) fortdauerte, während beim Pudel sich am zweiten Tage

eine starke Conjunctivitis entwickelte und die Schwankungen der Thränensecretion nicht beobachtet werden konnten. Wurde das Auge auf der verletzten Seite mechanisch gereizt, so war keine Veränderung im Feuchtigkeitsgrade des Auges wahrzunehmen, während das demselben Reize ausgesetzte Auge der gesunden Seite sogleich gesteigerte Thränensecretion zeigte.

Versuch XVI. Einem Hunde, dem 5 Tage zuvor der rechte Lacrymalis durchschnitten war, wurde eine Trachealfistel angelegt und in die Jugularis dextra eine Curarelösung (5 Cgr. auf 100 Cc. Wasser) eingespritzt; sogleich traten die Symptome der Vergiftung und unter künstlicher Respiration vermehrte Thränenabsonderung aus beiden Augen ein. Die Absonderung auf der rechten Seite war jedoch geringer als auf der linken. Die Section erwies, dass der Lacrymalis durchschnitten war.

I. Durchschneidungs- und Reizungs-Versuche am Sympathicus.

Zur Reizung des Sympathicus wurde bei unseren Versuchen der Halsstrang vor seinem Eintritt in das Ganglion cervicale supremum blosgelegt. Am Hunde und Schafe wurde er meistens sammt dem Vagus durchschnitten und gereizt. Nur in zwei Fällen konnte ich den Sympathicus an Hunden isolirt reizen, weil letzterer ausnahmsweise nicht mit dem Vagus verwachsen war.

Versuch XVII. An einem jungen weissen Kaninchen wurde der Halsstrang des Sympathicus auf der rechten Seite blosgelegt und durchschnitten; sofort traten die bekannten Phänomene: Pupillenveränderung, Injection der Conjunctival- und Ohrgefässe ein. Von einer vermehrten Thränensecretion war nichts zu sehen. — Nachdem das Thier etwa eine Stunde beobachtet worden und keine Veränderung in dem Feuchtigkeitsgrade des rechten Auges wahrzunehmen war, wurde die Reizung des Kopfendes des Sympathicus unternommen; auch die Erregung des Nerven schien keinen Einfluss auf die Secretion auszuüben.

Derselbe Versuch wurde an einem Hunde wiederholt; sowohl die Durchschneidung als die Reizung blieb ohne Erfolg. (Der Sympathicus war mit dem Vagus verwachsen.)

Versuch XVIII. Der Sympathicus-Versuch wurde an einem grossen lebhaften schwarzen Pudel angestellt. Die Durchschneidung hatte keinen Einfluss auf die Thränenabsonderung. Die Reizung ergab in diesem Falle evidente Zunahme der Secretion, die jedoch bedeutend geringer ausfiel, als bei der Lacrymalis-

Reizung; die Thränen sammelten sich langsam in dem Conjunctivalsacke an. (Der Sympathicus war mit dem Vagus nicht verwachsen).

Die soeben beschriebenen Sympathicus-Versuche wiederholte ich mehrere Mal an Kaninchen, Hunden und Schafen. Die Durchschneidung ergab nie eine vermehrte Thränenabsonderung. Diese stellte sich dann (gewöhnlich am zweiten Tage nach der Operation) ein, wenn die Conjunctiva bulbi et palpebralis stark hyperämisch injicirt war. Die Reizung ergab bald positive, bald negative Resultate.

Aus den sub H und I angeführten Versuchen lassen sich folgende Schlüsse machen.

1) Die Lacrymalis-Durchschneidung hebt die gewöhnliche continuirliche Thränenabsonderung nicht auf, die als eine paralytische Thränensecretion anzusehen ist.

2) Die Durchschneidung des Cervicaltheiles des Sympathicus scheint von keinem Einflusse auf die Thränensecretion zu sein.

3) Die Reizung des Sympathicus ergab schwankende Resultate, ich kann mich daher weder für noch gegen den Einfluss des Sympathicus auf die Thränensecretion aussprechen. Diese Frage wäre nur mittelst einer genauen Messungsmethode zu entscheiden, da man aus Analogie mit den Speicheldrüsen voraussetzen darf, dass die Sympathicus-Thränensecretion (wenn eine solche existirt) sich wahrscheinlich sowohl quantitativ als qualitativ von der Trigeminus-Thränensecretion unterscheidet, d. h. es ist zu vermuthen, dass die Reizung des Sympathicus eine zähe und geringe Secretionsflüssigkeit hervorruft. Geringe Schwankungen sind aber nur durch genaue Messungen wahrzunehmen — solche sind in diesem Falle sehr schwer, ja ich möchte sagen unmöglich anzustellen[1]). Ich will auch hier be-

---

1) Anmerk. Der Lage und dem engen Lumen nach gestatten die Thränenausführungsgänge die Einführung einer noch so dünnen Canüle nicht. Die Zahl der Mündungen der Ausführungsgänge ist eine inconstante — von 4 bis 12. Letztere sind mit unbewaffnetem Auge nicht zu sehen — und was der Gründe mehr sind, die genaue Messungen hier unausführbar machen.

merken, dass da, wo in dieser Abhandlung von einer vermehrten Thränensecretion die Rede ist, stets ein Hervorquellen der Thränen im Strome gemeint ist; geringe Schwankungen des Feuchtigkeitsgrades der Augen blieben unberücksichtigt, weil sie, aus dem soeben angegebenen Grunde, schwer sicher festzustellen sind.

4) Curare bewirkt, wie es schon Andere beobachtet haben, eine starke Thränensecretion. Diese Wirkung des Pfeilgiftes ist noch nicht erklärt. Aus dem oben angeführten Versuche lässt sich nur das schliessen, dass Curare nicht lähmend auf die Endigungen des Lacrymalnerven einwirkt.

Wenn wir kurz das aus den vorhergehenden Versuchen sich Ergebende zusammenfassen, so glauben wir auf dem experimentellen Wege festgestellt zu haben, dass die Thränensecretion unter dem Einflusse der Nerven steht; dass die Secretion auf dem Wege des Reflexes von den sensiblen Trigeminuszweigen aus hervorgerufen wird, ferner, dass beim Ausschliessen der Einwirkung des secretorischen Nerven die continuirliche Absonderung fortbesteht, wir können also, wie man von einem Trigeminus-, Sympathicus- und paralytischen Speichel spricht, eine Trigeminus-, eine paralytische und vielleicht eine sympathische Thränensecretion unterscheiden.

Das Secret der Drüse dient bekanntlich als Glätter der vorderen Fläche des dioptrischen Apparates — indem es beständig diese bespült, trägt es viel zur Erhaltung der Durchsichtigkeit der Cornea und zur Fortschaffung der sich beständig abschuppenden Epithelialgebilde bei (Frerichs) [1]). Was die vermehrte Secretion der Thränendrüse betrifft, so ist der Nutzen der Thränen ersichtlich beim Eindringen fremder Körper, reizender chemischer Substanzen, indem sie dieselben einfach wegspülen oder als Lösungsmittel auf sie einwirken, und auf diese Art sie unschädlich für das Gesichtsorgan machen. Was aber die physiologische Bedeutung der gesteigerten Thränensecretion beim Einwirken von hellem Lichte auf die Netzhaut betrifft, so kennen wir dieselbe ebensowenig, wie die der vermehrten

1) R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie u. s. w. Bd. III., Abth. I. S. 617.

Thränensecretion — vulgo des Weinens — bei verschiedenen Gemüthsstimmungen. Es ist ebensowohl denkbar, dass diese Erscheinungen einen bestimmten, noch unbekannten Nutzen haben, wie dass sie nur gleichsam als eine Schwäche des Organismus zu betrachten sind.

Zum Schluss dieser Abhandlung halte ich es für eine angenehme Pflicht, Herrn Professor du Bois-Reymond und Herrn Dr. L. Hermann hier meinen innigsten Dank für die mir stets bereitwilligst gewidmete Anleitung bei meinen Versuchen auszusprechen.

Berlin, 5. August 1687.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *a* Thränendrüse. *b* Frontalnerv. *c* Lacrymalnerv. *d* N. subcutaneus malae. *e* Lacrymalast des Subcutaneus malae. *f* Infraorbitalnerv. *g g' g''* Sägeflächen der Knochen: proc. max. inf., os front, zygomat.; *g'''* basis cranii. *h* äusserer Gehörgang. *i i'* das Gehirn und *k* die äusseren Tegumenta.

Fig. 2. stellt die Eröffnung der Orbita von aussen dar. *a* quadrangulärer Lappen, der die losgetrennten Weichtheile, welche die Schläfengrube ausfüllen, enthält; nach hinten-unten zurückgeschlagen. *a' a' a'* die entstehenden Schnittflächen bei Bildung des Lappens *a*. *b* Lacrymalnerv. *c* Subcutaneus malae. *d* Frontalnerv. *e* vorderer Rand der äusseren Orbitalwand, der als Brücke bei der Lostrennung des Musc. tempor. zurückbleibt. *f* Stirnbein. *f''* Fossa temporalis. *f'* Unterkiefer (nebenbei *a'* die Schnittfläche der Kaumusculatur.

Fig. 3. *H* Haken. *a* convexes Ende. *b* gerades Ende.

Fig. 4. *b* Lacrymalnerv. *c* Bulbus oc. *e* äusserer-unterer Orbitalrand. *d* Fettklumpen und *a a'* Hautarterie und -Vene, die aus der Augenhöhle zur Haut am äusseren Augenwinkel verlaufen. *f* äusserer Gehörgang. *g* die zwei triangulären Hautlappen nach oben-unten zurückgeschlagen.

Ueber die Arteria mediana antibrachii superficialis, Arteria ulnaris antibrachii superficialis und Duplicität der Arteria ulnaris.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St.-Petersburg.

(Hierzu Taf. XIX. A.)

1852 hatte ich eine kleine Arterie unter dem Namen „Oberflächliche Ellenbogenbugschlagader — Arteria plicae cubiti superficialis“ aufgestellt und deren vollständige Anatomie geliefert.[1] Die Arterie kommt constant vor und liegt theils im Ellenbogenbuge, daselbst beständig hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii, oder ausnahmsweise auch darüber hinter der Oberarmaponeurose, theils am oberen Drittel oder Viertel des Unterarmes unter der Unterarmaponeurose. Sie entspringt in der Regel von der Brachialis, 3—24 Lin., im Mittel 8—10 Lin. über deren Theilung von ihrer medialen oder medialen und vorderen Seite; ganz ausnahmsweise und bei ganz normaler Anordnung aller übrigen Gefässe vom Anfange der Radialis oder von der

1) W. Gruber. „Ueber die neue und constante oberflächliche Ellenbogenbugschlagader des Menschen (Arteria plicae cubiti superficialis) nebst deren beiden Anomalien, der Arteria mediana antibrachii superficialis und Ulnaris superficialis“. — Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien. Jahrg. VIII. Bd. 2. Wien 1852. S. 481. Fig. 1 *h*.

Collateralis ulnaris inferior; auch bei anomaler Anordnung anderer Gefässe, wie bei Vorkommen einer einfach entstandenen Radialis, oft ($^{3}/_{4}$ d. F.) von dieser. Sie setzt über den Sulcus cubiti anterior medialis, knapp hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii gelagert und den Nervus medianus von vorn kreuzend, zur Eminentia muscularis medialis der vorderen Ellenbogenregion in schräger Richtung und gestreckt hinüber. Auf dieser Eminentia setzt sie ihren Verlauf über den Muskeln und unter der Ausbreitung des aponeurotischen Fascikels der Sehne des M. biceps brachii und unter der eigentlichen Unterarmaponeurose in schräger Richtung medianwärts bis zur Furche zwischen dem M. radialis internus und dem M. palmaris longus und bis auf letzteren, diesen aber jedoch medianwärts nicht überschreitend, fort und endigt hier am Ende des oberen Viertels oder Drittels des Unterarmes. Bei ihrem Verlaufe über den Sulcus cubiti anterior medialis giebt sie bald keinen Zweig, bald einen oder zwei Zweige für den M. pronator teres, an der Eminentia muscularis medialis der vorderen Ellenbogenregion 3—4 Zweige für den Mm. pronator teres, radialis internus, flexor digitorum sublimis und palmaris longus und secundäre Zweige für die Haut ab, wovon bald der Zweig zum M. flexor digitorum sublimis, bald der zum M. palmaris longus zugleich ihr Endzweig ist. Sie ist verschieden gross, kann bis zur Dicke eines kleinen Muskelastes herabsinken, aber auch bis zur Dicke der den Nervus medianus begleitenden Mediana antibrachii profunda steigen.

Ich hatte daselbst auch dargethan,[1]) dass sich die Arteria plicae cubiti superficialis von ihrem gewöhnlichen Ende in der Furche zwischen dem M. radialis internus und M. palmaris longus aus in zwei Richtungen, und zwar nach der Medianlinie oder Medianfurche, oder nach der Ulnarlinie oder Ulnarfurche des Unterarmes anomaler Weise unter der Unterarmaponeurose herab verlängern könne, wie dies auch bei der in der Tiefe gelagerten und constant vorkommenden Arteria nervi mediani öfters geschieht. Verlängert sich die Arteria plicae cubiti su-

1) L. c. S. 493.

perficialis nach der Medianlinie des Unterarmes abwärts, so nannte ich sie „Mediana antibrachii superficialis" (zum Unterschiede der Mediana antibrachii profunda, wie ich die anomal verlängerte Arteria nervi mediani heisse); verlängert sie sich aber nach der Ulnarlinie abwärts, so nannte ich sie Ulnaris superficialis.

A. Mediana antibrachii superficialis, als anomal vergrösserte und verlängerte Arteria plicae cubiti superficialis.

Eine derartige Mediana antibrachii superficialis hatte ich bis 1852 und zwar unter 600 Leichen 1 Mal beiderseits d. i. unter 1200 Armen erst 2 Mal angetroffen[1]). Wie ich dort beschrieben und abgebildet habe, entsprang die Arterie des rechten Armes von der Brachialis, 9—12 Lin. über ihrer Theilung, verlief unter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii und unter der Unterarmaponeurose über dem Sulcus cubiti anterior medialis vor dem Nervus medianus und über dem M. pronator teres und M. radialis internus an der Eminentia muscularis der vorderen Ellenbogenregion, schräg ab- und medianwärts zur Furche zwischen dem M. radialis internus und M. palmaris longus, zog dann auf dem M. flexor digitorum sublimis am Radialrande des M. palmaris longus unter der Unterarmaponeurose zum bereits von der Muskulatur unbedeckten Nervus medianus herab, kreuzte 2 Z. über der Handwurzel die Sehne des M. palmaris longus von hinten, begab sich zuletzt mit dem Nervus medianus hinter dem Ligamentum carpi volare proprium in die Hohlhand und mündete in den Arcus volaris manus sublimis; entsprang die Arterie des linken Armes von der Radialis, welche anomaler Weise schon hoch oben vor und zwar in der Höhe der Insertion des M. coracobrachialis abging, an der Stelle ihres Verlaufes hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii, verlief auf ähnliche Weise wie die Arterie des rechten Armes, gab dem Nervus medianus über der Hand-

---

1) L. c. 494. Fig. 2, 3*e*.

wurzel einige Zweigchen, verlängerte sich aber nicht in die Hohlhand, sondern krümmte sich 1 Z. über der Handwurzel plötzlich ulnarwärts, um hinter der Sehne des M. palmaris longus und hinter einem Bauche des M. flexor digitorum profundus bogenförmig zur Ulnaris zu verlaufen und in diese sich zu öffnen.

Vor mir hat meines Wissens nur noch Richard Quain[1]) sicher einen derartigen Fall am rechten Arme beobachtet, ohne die eigentliche Bedeutung der Arterie zu kennen und ohne sie näher zu beschreiben, unter dem Namen A. „vas aberrans“ or a „median“ branch, extending from the brachial to the palmar arch angeführt und abgebildet. Nach der Abbildung (Ellenbogen, Unterarm und Hand eines rechten Armes) zu schliessen, verhalten sich die Arterien in R. Quain's Falle auf folgende Weise: Die Brachialis theilte sich an gewöhnlicher Stelle; die Radialis, welche eine Palmaris (durchgeschnitten) abgiebt, und die Ulnaris sind normal. Die Mediana antibrachii superficialis entspringt von der medialen Seite der Brachialis 1 Z. (Par. M.) über deren Theilung, läuft, von dieser und dem Anfange der Ulnaris communis 2—3 Lin. medianwärts entfernt, abwärts, kreuzt den M. pronator teres von vorn, steigt am Unterarme am M. radialis internus abwärts, kommt am unteren Drittel des Unterarmes zwischen diesem Muskel und dem M. palmaris longus zu liegen, kreuzt $1\frac{1}{4}$ Z. über der Handwurzel die Sehne des M. palmaris longus von hinten, liegt jetzt zwischen diesem Muskel und dem M. flexor digitorum sublimis, dringt hinter dem Ligamentum carpi volare proprium in die Hohlhand und mündet hier in den von dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris gebildeten Arcus volaris manus superficialis, 2—3 Lin. lateralwärts von der Umbiegung des ersteren in den letzteren und vis-à-vis des Abganges der Digitalis volaris communis vom Arcus volaris superficialis, welche die Digitalis ulnaris des

1) The anatomy of the arteries of the human body. Lond. 1844. 8⁰. p. 313. Atlas. Fol. Pl. 45. Fig. 1. Nr. 4. Dieses ausgezeichnete Werk stand mir zur Zeit, als ich über die Mediana antibrachii zuerst berichtete, noch nicht zur Verfügung.

3. Fingers und die Digitalis radialis des 4. Fingers absendet. Sie ist nach ihrem Abgange etwa 1 Lin., über ihrer Mündung in den Arcus volaris manus superficialis $^1/_2$ Lin. dick. Obgleich ihr Verhalten zum aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii und zur Unterarmaponeurose nicht dargestellt ist, so kann doch aus der Abbildung gesehen werden, die Arterie müsse unterhalb jenes aponeurotischen Fascikels und der Unterarmaponeurose ihren Verlauf genommen haben.

J. Fr. Meckel[1]) sah in 2 Fällen die hochentsprungene Radialis am Ellenbogengelenke in zwei Aeste gespalten, wovon der grössere längs der Speiche herabstieg, der kleinere, oberflächlichere, unmittelbar unter der Haut (?) verlief (wo?) und in den flachen Hohlhandbogen einmündete. Er bezeichnete letzteren Ast als einen Theil des Ramus superficialis der Radialis. Monro[2]) sah nach Meckel die hoch entsprungene Radialis mit der Ulnaris zusammenmünden. Aus dem Verbindungszweige entstand eine Arterie, welche, wie Meckel angiebt, dem kleinen oberflächlichen Aste seiner Fälle durchaus ähnlich war. Fr. Tiedemann[3]) hat eine von der Brachialis entstandene Mediana antibrachii am linken Arme eines 30jährigen Mannes abgebildet. Nach der Abbildung zu urtheilen, verhielten sich die Arterien auf folgende Weise: Die Brachialis theilt sich an bekannter Stelle in die Radialis und Ulnaris communis. Etwa $4^1/_3$—$4^1/_2$ Z. über der Theilung der Brachialis entsteht von der vorderen und lateralen Seite derselben die Mediana. Sie liegt am Oberarme und in der Ellenbogenregion lateralwärts von der Brachialis und von dem Anfangsstücke der Radialis und kreuzt den aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii von vorn. $1^1/_2$ Z. unter dem Anfange der Radialis kreuzt sie diese schräg von vorn und kommt da-

1) Ueber den regelwidrigen Verlauf der Armpulsadern. Deutsch. Arch f. d. Physiologie. Bd. 2. Halle u. Berlin. 1816. S. 123.

2) Bei Meckel, l. c.

3) Supplementa ad tabulas arteriarum corporis humani. Heidelbergae 1846. Tab. 46. Fig. 3. Nr. 3. Fol. Explicationes supplementorum. 4⁰. p. 64—67.

durch medianwärts von ihr zu liegen. Sie kreuzt dann den Insertionstheil des M. pronator teres und weiter den M. radialis internus. Am unteren Drittel des Unterarmes lagert sie sich zwischen die Sehne des M. radialis internus und M. palmaris longus. Sie kreuzt endlich das Ligamentum carpi volare proprium von vorn und bildet zuletzt mit dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris den Arcus volaris manus superficialis. Die Radialis giebt eine kleine Palmaris ab.

Ich hatte früher[1]) Meckel's, Monro's und Tiedemann's Fälle hierher gerechnet. Allein, streng genommen, sind sie als Fälle einer anomal verlängerten Arteria plicae cubiti superficialis nicht zu nehmen, also keine Fälle des Vorkommens einer Mediana antibrachii superficialis in unserem Sinne. Der oberflächliche Ast in Meckel's und Monro's Fällen war wohl nur eine sehr hoch entsprungene Palmaris der Radialis, wie auch Meckel selbst angenommen hat, und die Mediana in Tiedemann's Falle hat, abgesehen von ihrer Einmündung in den Arcus volaris manus superficialis, Nichts an sich, was auf die Mediana antibrachii superficialis in unserem Sinne passen würde. Somit waren, soviel ich weiss, von der Mediana antibrachii superficialis mit der Bedeutung einer anomal verlängerten und vergrösserten Arteria plicae cubiti superficialis bis 1852 nur 3 Fälle bekannt, d. i. der Fall von Quain und meine 2 Fälle.

Seit 1852 ist, meines Wissens, von einem anderen Anatomen kein neuer Fall mitgetheilt worden. Ich habe aber seitdem zwei Fälle (3. und 4. F. eigener Beobachtung, 4. und 5. F. der bis jetzt gemachten Beobachtungen überhaupt) beobachtet. Der eine Fall kam mir bei geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen oberer Extremitäten von 350 Leichen in den Jahren 1854, 1855 und 1856 zur Ausmittelung verschiedener Verhältnisse, die ich nur zum Theil veröffentlicht habe, im Juni 1855, der andere Fall gelegentlich im Februar 1856 vor. Der erstere Fall wurde am linken Arme eines 17jährigen Jünglings, der andere Fall am rechten Arme eines etwa

1) L. c. S. 495, 496.

18jährigen Jünglings gesehen. Die Arterien beider Fälle zeigten eine Stärke und Vollkommenheit, wie ich sie noch nicht gesehen hatte; und die Arterie des ersten Falles ging zugleich mit Anomalien anderer Arterien, wie: mit hohem Ursprunge der Radialis aus der Axillaris und mit einem Ast im Ellenbogenbuge, der zwischen der Radialis und Ulnaris communis eine Communication durch Inosculation bewirkte, einher, was bis dahin noch nicht vorgekommen war. Ich liess den wichtigeren Fall abbilden und habe von beiden die Präparate aufbewahrt.

Im Nachstehenden liefere ich die Beschreibung beider neuen Fälle der seltenen (1 Mal unter 600—700 Fällen) und merkwürdigen Mediana antibrachii superficialis.

1 Fall (3 F.) (Fig. 1.)

Die 1³/₄ Lin. dicke Radialis (*a*) entsprang von der Axillaris ¹/₂ Z. über dem Abgange der Scapularis communis. Sie trat zwischen den beiden Wurzeln des Nervus medianus hervor und lief am Oberarm zuerst lateral- und vorwärts von der Axillaris und von dem Anfange ihrer Fortsetzung, d. i. der Ulnaris communis, dann medianwärts von letzterer, während des ganzen Verlaufes aber lateral- und vorwärts vom Nervus medianus (*d*) herab. Sie gab auf diesem Wege den Mm. coracobrachialis, biceps brachii und brachialis internus Aeste und über dem oberen Rande des aponeurotischen Fascikels der Sehne des M. biceps die starke Mediana antibrachii superficialis (α) ab. Nachdem die Radialis den aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps, wie gewöhnlich von hinten, gekreuzt hatte und 10 Lin. unter dem Abgange der Mediana antibrachii superficialis, schickte sie die Recurrens radialis (β) ab, kam in den Sulcus radialis des Unterarmes zu liegen, verlief und verästelte sich daselbst wie gewöhnlich und gab eine kurze Palmaris, die den Arcus volaris manus superficialis nicht erreichte, ab, bevor sie sich unter der Sehne des Abductor longus und Extensor minor pollicis auf den Handwurzelrücken wandte. Am letzteren verhielt sie sich auf bekannte Weise, in der Hohlhand

bildete sie mit dem Ramus volaris profundus der Ulnaris, den Arcus volaris profundus, der nichts Besonderes aufwies.

Die am Anfange 1 Lin.. am Ende $^4/_5$ Lin. dicke Mediana antibrachii superficialis (α) entsprang von der medialen Seite der Radialis über dem oberen Rande des aponeurotischen Fascikels der Sehne des M. biceps brachii und in der Höhe, in der sonst die Arteria plicae cubiti superficialis von der Brachialis abgeht, begab sich nach ihrem Ursprunge hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii, verlief eine $^1/_2$ Z. lange Strecke hinter demselben auf dem Ursprunge des M. pronator teres, durchbohrte dann jenen Fascikel und begab sich bald darauf wieder unter die Unterarmaponeurose zwischen zwei Blätter derselben. Sie lief darauf schräg über die Mm. pronator teres und radialis internus und kam unter dem Epitrochleus neben dem M. palmaris longus in der Mitte des Unterarmes unter der Unterarmaponeurose herab, kreuzte 2 Z. über der Handwurzel die Sehne des M. palmaris longus von hinten und kam dann in den eigentlichen Sulcus medianus des Unterarmes zwischen dem M. palmaris longus und M. flexor digitorum sublimis zu liegen. Hier fand sie den Nervus medianus (*d*) vom M. flexor digitorum sublimis schon nicht mehr bedeckt vor. Sie legte sich auf die volare Seite dieses Nerven und drang mit diesem hinter dem Ligamentum carpi volare proprium in die Hohlhand, um mit dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris den starken Arcus volaris manus superficialis zu bilden, der an seiner radialen Hälfte nur wenig schwächer war, als an der ulnaren. Aus dem Arcus kamen direkt 4 Digitales communes volares.

Die Recurrens radialis (β) gab 5 Lin. nach ihrem Ursprunge einen starken und 1 Z. langen Communicationsast ab, welcher bogenförmig gekrümmt, in die Tiefe der Fossa cubiti drang und in die Ulnaris communis $^1/_2$ Z. über deren Theilung in die Ulnaris propria, Interossea communis und Mediana profunda weit mündete, also eine mittelbare Inosculation der Radialis in die Ulnaris bewerkstelligte.

Die Axillaris gab ausser der Radialis die gewöhnlichen Aeste und unter letzteren die Circumflexa humeri posterior

ganz tief unten ab, welche anomaler Weise unterhalb der Insertion des M. teres major und M. latissimus dorsi zum Collum chirurgicum humeri verlief.

Die $2^1/_4$ Lin. dicke Ulnaris communis gab am Arme die Aeste ab, die sonst die Brachialis absandte. Die Ulnaris propria, Interossea communis und Mediana profunda verhielten sich normal.

Am rechten Arme verhielten sich die Arterien normal.

2. Fall (4. F.)

Die Mediana antibrachii superficialis entsprang 9 Lin. über der Theilung der Brachialis in die Radialis und Ulnaris communis. Sie verlief unter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps und unter der Unterarmaponeurose wie die Arteria plicae cubiti superficialis zur Furche zwischen dem M. radialis internus und M. palmaris longus schräg ab- und medianwärts. Sie stieg in dieser Furche unter der Unterarmaponeurose abwärts, kreuzte 1 Z. über der Mitte der Länge des Unterarmes den Anfang der Sehne des M. palmaris longus von hinten und kam in die Medianfurche des Armes, in der sie etwa 2 Z. über der Handwurzel den Nervus medianus erreichte. Sie lagerte sich daselbst an die Volarfläche dieses Nerven, drang mit ihm hinter dem Ligamentum carpi volare proprium in die Hohlhand und bildete gemeinschaftlich mit dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris den Arcus volaris manus superficialis. Aus der der Mediana antibrachii superficialis entsprechenden Portion des Arcus volaris manus superficialis kam: die Princeps pollicis, welche in die beiden Digitales volares pollicis und in die Digitalis volaris radialis indicis sich theilte, und die Digitalis communis I., welche die Digitalis volaris ulnaris indicis und die Digitalis volaris radialis digiti medii abgab. Die übrigen Arterien verhielten sich normal. Die Mediana antibrachii superficialis hatte einen Durchmesser von $1^1/_5$ Lin., die Radialis und Ulnaris einen Durchmesser von je 2 Lin.

Am linken Arme verhielten sich die Arterien wie gewöhnlich. Der Nervus medianus kreuzte von **hinten** die Brachialis.

Vergleicht man die Mediana antibrachii superficialis der zwei neuen Fälle (3. u. 4. F.) mit den schon bekannten Fällen, so ergiebt sich folgendes:

1) Die Arterie entsprang in meinem 3. Falle aus einer schon von der Axillaris entstandenen Radialis, während sie in meinem 2. Falle von einer etwa von der Mitte der Länge der Brachialis abgegangenen Radialis, in R. Quain's und in meinem 1. und 4. Falle von der Brachialis 9—12 Lin. über deren Theilung in die Radialis und Ulnaris communis kam.

2) Dieselbe entsprang in meinem 3. Falle in einer ähnlichen Höhe von der Radialis, in welcher sie auch in meinem 2. Falle von der Radialis, in Quain's Falle und in meinem 1. und 4. Falle von der Brachialis abging; und in einer Höhe, in welcher die Arteria plicae cubiti superficialis von der Brachialis oder von einer entstandenen Radialis abzugehen pflegt.

3) Dieselbe verlief in den neuen Fällen, so wie in den früheren Fällen und mit ihrer Anfangsportion so, wie die normale Arteria plicae cubiti superficialis.

4) Dieselbe drang in den neuen Fällen wie in Quain's Falle und wie in meinem 1. Falle mit dem Nervus medianus hinter dem Ligamentum carpi volare in die Hohlhand.

5) Dieselbe mündete in den neuen Fällen nicht nur wie in Quain's und in meinem ersten Falle in den Arcus volaris manus superficialis, sondern bildete mit dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris den starken Arcus volaris manus superficialis mit einem gleichen oder fast eben so grossen Antheile als die Ulnaris.

6) Dieselbe war in den neuen Fällen absolut oder doch verhältnissmässig zum Körper stärker als in allen früheren Fällen.

7) Diese hatte in den neuen Fällen wie in den früheren alle Eigenschaften, die sie als Mediana antibrachii superficialis mit der Bedeutung einer durch anomale Vergrösserung und Verlängerung der constanten Arteria plicae cubiti superficialis entwickelten Arterie characterisiren.

B. Ulnaris antibrachii superficialis, als anomal vergrösserte und verlängerte Arteria plicae cubiti superficialis (Fig. 2).

Eine derartige Ulnaris superficialis, welche in gleicher Höhe wie die Arteria plicae superficialis cubiti von der Brachialis abgeht, wie diese in schräger Richtung über den Sulcus cubiti anterior medialis hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii setzt, unter dem letzteren Fascikel und unter der Unterarmaponeurose in schräger Richtung längs der Ulnarlinie am Unterarme herabsteigt, dabei unten den M. palmaris longus bald von vorn, bald von hinten kreuzt, um in den Sulcus ulnaris früher oder später zu gelangen, habe ich seit 1852 wieder in einer Reihe Fälle, sowohl bei geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen als auch gelegentlich, beobachtet.

Bei Untersuchungen von 350 Leichen (700 Armen), welche ich in den Jahren 1854, 1855, 1856 zur Ausmittelung mannigfacher Verhältnisse angestellt hatte, fand ich an 48 Leichen und an 69 Armen, also an + $^1/_7$ der Leichen und an $^1/_{10}$ der Arme Anomalien der grösseren Arterien. So sah ich: hohen Ursprung der Interossea von der Brachialis = 1 Mal (rechts) d. i. $^1/_{350}$ der Leichen und $^1/_{700}$ der Arme; Vasa aberrantia = 3 Mal (2 Mal rechts, 1 Mal links; 2 Mal von der Brachialis und 1 Mal von der Axillaris zum Anfange der Radialis) d. i. etwa in $^1/_{116}$ der Leichen und in $^1/_{233}$ der Arme; hohen Ursprung der Radialis = 30 Mal (7 Mal beiderseits, 14 Mal rechts, 9 Mal links = 37 Mal; darunter von der Axillaris 7 Mal, = 1 Mal beiderseits, 3 Mal rechts, 3 Mal links = 8 Mal, am Uebergange der Axillaris in die Brachialis und in verschiedener Höhe von letzterer 23 Mal = 6 Mal beiderseits, 11 Mal rechts und 1 Mal links), d. i. etwa in $^1/_{11}$ — $^1/_{12}$ der Leichen und in $^1/_{18}$—$^1/_{19}$ der Arme; hohen Ursprung der Ulnaris = 14 Mal (6 Mal beiderseits, 3 Mal rechts, 5 Mal links = 20 Mal; darunter von der Axillaris 4 Mal links, während rechts 2 Mal keine Anomalie, 1 Mal die Radialis mit hohem Ursprunge von der Axillaris und 1 Mal mit demselben

von der Brachialis zugegen war — und in verschiedener Höhe von der Brachialis 10 Mal — 6 Mal beiderseits, 3 Mal rechts, 1 Mal links = 16 Mal) d. i. in $^1/_{25}$ der Leichen und $^1/_{35}$ der Arme.

Unter den 20 Armen mit hohem Ursprunge der Ulnaris aus 700 trat diese 4 Mal (3 Mal rechts und 1 Mal links) als Ulnaris superficialis mit der Bedeutung einer anomaler Weise vergrösserten und verlängerten Arteria plicae cubiti superficialis auf, d. i. in $^1/_5$ der Fälle des anomal hohen Ursprunges der Ulnaris und $^1/_{175}$ der Arme. Die Ulnaris superficialis wich in diesen Fällen in ihrer Anordnung nicht von den Fällen ab, welche ich schon früher beschrieben hatte. Die gewöhnliche Ulnaris war als eine kleine rudimentäre Arterie zugegen, die sich schon hoch oben am Unterarme in der Muskulatur verästelte.

Unter den Fällen, welche ich gelegentlich beobachtete, verhielt sich die Ulnaris superficialis antibrachii auch wie gewöhnlich. In den zuletzt (Mitte März 1867) an dem rechten Arme eines Jünglings vorgekommenen Falle aber waren mit dieser Arterie zugleich Anomalien anderer Arterien des Unterarmes und zwar in einer bis jetzt von mir und meines Wissens auch von Anderen nicht gesehenen Anordnung aufgetreten, die gekannt zu sein verdient (Fig. 2). Ich beschreibe daher das vor mir liegende, injicirte und in meiner Sammlung aufbewahrte Präparat.

Die Axillaris und ihre Aeste verhalten sich normal.

Die $2^1/_2$ Lin. dicke Brachialis (*a*) verläuft wie gewöhnlich, hat auch den Nervus medianus (*h*) oben, allein sie kreuzt sich mit dem Nerven so, dass dieser hinter ihr vorbeigeht. Ausser bekannten Aesten giebt sie ab: eine Collateralis ulnaris communis und die Ulnaris antibrachii superficialis. Die Collateralis ulnaris communis entsteht 6 — 7 Lin. unter der Profunda humeri und theilt sich $1^3/_4$ Z. von ihrem Ursprunge entfernt in zwei Aeste, einen vorderen und einen hinteren. Der vordere Ast (α) bleibt bis zum M. pronator teres herab im Sulcus bicipitalis medialis und vertritt die fehlende Collateralis ulnaris inferior; der hintere Ast (α') begleitet den Nervus ul-

naris durch die hintere Oberarmregion in den Sulcus epitrochleo-anconeus cubiti, anastomosirt mit der Recurrens ulnaris posterior, vertritt somit die Collateralis ulnaris superior der Norm. Die Ulnaris antibrachii superficialis (*b*), welche am Anfange 2 Lin., am Ende $1^1/_4$ Lin. dick ist, geht 10 Lin. über der Theilung der Brachialis in ihre Unterarmäste, von dieser hinter dem aponeurotischen Fascikel der Sehne des M. biceps brachii ab, verläuft am Unterarme auf bekannte Weise oberflächlich abwärts, kreuzt die Sehne des M. palmaris longus von hinten und erreicht $1^3/_4$—2 Z. über der Handwurzel den Sulcus ulnaris des Unterarmes, um hier auf normale Weise neben dem Nervus ulnaris Platz zu nehmen. Sie steigt daselbst weiter abwärts und giebt 10 Lin. über dem Os pisiforme rechtwinklig einen $^3/_4$ Lin. dicken Ast ab, der dem Ramus dorsalis der Ulnaris der Norm entspricht. Dieser Ramus dorsalis (β) kreuzt den Nervus ulnaris von vorn, den M. ulnaris internus von hinten und verbreitet sich am unteren Ende der Ulna und am Rücken der Handgelenkkapsel. Im Sulcus ulnaris anastomosirt er durch einen feinen Zweig mit der Interossea interna, am Rücken der Handwurzel aber mit der Interossea externa, Interossea interna und Carpea dorsalis der Radialis. Ihre Fortsetzung begiebt sich als Ramus volaris neben dem Os pisiforme über dem Ligamentum carpi volare proprium, oder besser zwischen zwei Blättern desselben und bedeckt vom M. palmaris brevis, in die Hohlhand. Derselbe giebt zuerst einen Muskelast, dann am Rande des M. opponens digiti minimi den schwachen Ramus volaris profundus (γ) ab, welcher gleich nach seinem Ursprunge die Digitalis volaris ulnaris dig. V. absendet, dann aber in die Tiefe dringt, um mit der Radialis den Arcus volaris manus profundus zu bilden. Der Ramus volaris krümmt sich endlich in der Hohlhand als Ramus volaris superficialis bogenförmig lateralwärts und bildet die Ulnarportion des Arcus volaris manus superficialis. Aus der Convexität des Bogens des Ramus volaris superficialis gehen 3 Digitales communes ab, wovon die Dig. comm. III. in die Dig. vol. radialis dig. V. und Dig. vol. ulnaris dig. IV., die Dig. comm. II. in die Dig. vol. radialis dig. IV. und Dig. vol.

ulnaris dig. III. und die Dig. comm. I., welche das Ende der Arterie darstellt, in die Digit. vol. radialis dig. III. und Dig. vol. ulnaris dig. II. sich theilt. Aus der Concavität desselben aber entstehen zwei ganz schwache, etwa 1/2 Z. lange Zweige (δ δ), die mit der in die Hohlhand verlängerten Mediana antibrachii profunda communiciren und dadurch den Zusammenhang der von der Ulnaris antibrachii superficialis gebildeten Ulnarportion und der von der Mediana antibrachii profunda gebildeten Radialportion des Arcus volaris manus superficialis herstellen.

Die Brachialis giebt an der Stelle, wo sie sich in die Unterarmarterien der Norm theilt, einen starken Ast (*c*), welcher dem Ramus ascendens der Recurrens radialis der Norm entspricht, dann die Radialis ab und setzt sich in die Tiefe mit einem Aste fort, welcher der Ulnaris communis der Norm analog ist.

Die Radialis (*d*) entspringt von der Brachialis neben dem Aste, der dem Ramus ascendens der Recurrens radialis der Norm entspricht, vorn. Sie verläuft auf gewöhnliche Weise im Sulcus radialis des Unterarmes herab, sendet keine Palmaris ab, legt sich aber über der Handwurzel und, bevor sie den Sulcus radialis verlässt, an einen anomalen Ast (γ) der Interossea interna knapp an und communicirt damit durch ein Loch in ihrer ulnaren Wand (*). Sie verlässt diesen Ast sogleich wieder, tritt hinter den Sehnen der Mm. abductor longus und extensor minor pollicis auf dem Rücken der Handwurzel in die sogenannte Dose und theilt sich in zwei gleich starke Aeste. Der laterale Ast tritt, nachdem er die Sehne des M. extensor major pollicis gekreuzt, und eine Digitalis dorsalis ulnaris pollicis abgegeben hat, durch das Spatium intermetacarpeum I.; und der mediale Ast, nachdem er die genannte Sehne gekreuzt, die Carpea dorsalis und eine Metacarpea dorsalis II. abgegeben hatte, durch das Spatium intermetacarpeum II. in die Hohlhand, um mit dem Ramus volaris profundus der Ulnaris antibrachii superficialis den Arcus volaris manus profundus zu bilden, von welchem ausser bekannten Aesten auch die Digitalis volaris radialis dig. II. abgegeben

wird. Der Durchmesser der Radialis ist überall gleich, 1 Lin. (injicirt), also viel geringer als in der Norm.

Die 2 Lin. dicke Ulnaris communis (e) giebt lateralwärts zuerst einen Ast (ε) ab, welcher dem Ramus descendens der Recurrens radialis der Norm analog ist, dann später medianwärts die Recurrens ulnaris posterior, noch später vorn die Mediana antibrachii profunda ab und theilt sich endlich $1^3/_4$ Z. von ihrem Anfange in die Interosseae.

Die $^3/_4$—1 Lin. dicke Recurrens ulnaris giebt gleich nach ihrem Ursprunge eine $^1/_2$—$^3/_4$ Lin. dicke und $2^1/_2$ Z. lange Arterie (ζ) ab, welche in den Sulcus ulnaris sich begiebt, hier am Nervus ulnaris herabsteigt und im M. ulnaris internus über der Mitte der Länge des Unterarmes endigt. Diese Arterie ist die rudimentäre Ulnaris propria (profunda).

Die $1^1/_4$ Lin. dicke Mediana antibrachii profunda (f) begleitet den Nervus medianus, zieht an dessen Volarseite hinter dem Ligamentum carpi volare proprium in die Hohlhand und endigt als Digitalis volaris ulnaris pollicis. In der Hohlhand anastomosirt sie mittelst eines ganz feinen Zweigchens, welches die Palmaris der Norm repräsentirt, mit der anomalen Digitalis volaris radialis pollicis aus der Interossea interna aufwärts; durch zwei schwache Zweige mit dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris antibrachii superficialis („Ulnarportion des Arcus volaris manus superficialis) abwärts. Ihr Ende d. i. die Digitalis volaris ulnaris pollicis schickt von ihrem Anfange lateralwärts eine Arterie (η) zur Digitalis volaris radialis pollicis aus der Interossea interna und später ulnarwärts einen Ast zur Radialseite des Zeigefingers.

Die Interossea externa verhält sich normal.

Die Interossea interna (g), deren Stamm am Anfange $1^1/_2$ Lin., am Ende $1^1/_4$ Lin. dick ist, verläuft auf bekannte Weise am Ligamentum interosseum abwärts. Nachdem sie hinter dem M. pronator quadratus das Ligamentum durchbohrt hat und auf den Rücken des Unterarmes gekommen ist, theilt sie sich in zwei Aeste, einen lateralen und einen medialen, die allmählich von einander divergiren. Der laterale Ast ist

$^3/_4$ Lin. dick, verzweigt sich an der Handgelenkkapsel u. s. w. und anastomosirt mit der Interossea externa und der Carpea dorsalis aus der Radialis. Der mediale noch $1^1/_4$ dicke Ast (*g*) und Fortsetzung der Interossea interna kreuzt den M. pronator am Rücken und dringt unter dessen unterem Rande über der Kapsel des unteren Radio-Ulnargelenkes wieder in die Hohlhandseite des Unterarmes. Hier angelangt, biegt er sich unter einem rechten Winkel lateralwärts, verläuft in der Strecke 1 Zolles vor dem Radius-Ende unter dem M. pronator quadratus hinter den Mm. flexores digitorum u. s. w. und hinter dem Nervus medianus nebst der diesen begleitenden Mediana antibrachii profunda in das untere Ende des Sulcus radialis. In diesem osculirt er mit der Radialis (*), krümmt sich abwärts und steigt in demselben in einer Länge von 10—12 Lin. und noch 1 Lin. stark bis zum M. abductor pollicis brevis nach unten. Der Ast durchbohrt nun diesen Muskel, verläuft zwischen ihm und dem M. opponens pollicis, bis gegen das Capitulum des Mittelhandknochens des Daumens abwärts und endigt als starke Digitalis volaris radialis pollicis (*k*). Im Anfange seines Verlaufes zwischen den genannten Daumenmuskeln giebt er das oben genannte ganz feine Zweigchen (*i*) zur Mediana antibrachii profunda, und nachdem er zwischen diesen Muskeln hervorgetreten war, nimmt er einen Ast von derselben Arterie auf.

Richard Quain[1]) hat bei Vorkommen einer Mediana antibrachii profunda, welche mit dem Ramus volaris superficialis der Ulnaris den Arcus volaris manus superficialis bildete, eine schwache Radialis aus der Axillaris entspringen und die Interossea interna einen starken Ast zur Radialis abgeben gesehen. Dieser Ast trennte sich aber nicht wieder von der Radialis, wie in meinem Falle, sondern verschmolz mit letzterer zu deren sogenanntem Ramus dorsalis der Norm. Mein Fall ist somit verschieden von Quain's Fall. Auch unterscheidet sich mein

---

1) Op. cit. p. 312. Pl. 44. Fig. 1.

Fall von den Fällen, welche E. A. Lauth[1]), Fr. W. Theile[2]), Ehrmann[3]) und Fr. Arnold[4]) beschrieben haben. In diesen Fällen, an welchen hoher Ursprung der Radialis aus der Brachialis (Lauth, Ehrmann, Arnold), oder Ursprung der Interossea aus der Axillaris (Theile) vorkam, fehlte ja eine in die Hohlhand verlängerte Mediana antibrachii profunda, und communicirte die rudimentäre Radialis zwar mit einem anomalen Aste der Interossea, aber letzterer Ast substituirte nur die Radialis der Norm am Handrücken (Ramus dorsalis radialis auct.).

C. Duplicität der Ulnaris.

Bei Vorkommen einer Ulnaris superficialis, mag diese nun von der Axillaris oder von der Brachialis abgehen, fehlt die Ulnaris propria profunda nie oder doch nur ausnahmsweise ganz, wie ich schon 1852 ausgesprochen und wie ich nach weiterer Erfahrung kennen gelernt habe. Sie ist gewiss in der Regel noch durch eine kleine Arterie vertreten, die von dem Aste, welcher der Ulnaris communis gewöhnlicher Fälle entspricht, oder einem Zweige desselben, z. B. der Recurrens ulnaris abgeht, den Nervus ulnaris bald erreicht, bald nicht erreicht und hoch oben in der Musculatur des Unterarmes sich verästelt. Streng genommen ist daher fast eben so oft Duplicität der Ulnaris (bei rudimentärem Vorkommen der Ulnaris propria) zugegen, als eine anomale Ulnaris superficialis auftritt. Allein wirkliche Duplicität der Ulnaris, bei der die Ulnaris propria wie gewöhnlich im Sulcus ulnaris des Unterarmes bis zur Handwurzel herabsteigt, kommt sehr selten vor. Ich habe dieselbe bis jetzt erst 2 Mal am rechten Arme von Männern und bei Ursprung der

1) Anomalies dans la distribution des artères de l'homme. — Mém. de la soc. d'hist. nat. de Strasbourg. Tom. I. 1820. 4. p. 49 (7).

2) S. Th. v. Sömmerring, Lehre von den Gefässen. Leipzig 1841. S. 154.

3) Bei I. M. Dubrueil. Des anomalies artèrielles. Paris 1847. 8. p. 159.

4) Handb. d. Anatomie d. M. Bd. 2. 1847. S. 497.

einen Ulnaris (superficialis) aus der Axillaris beobachtet. Den einen Fall habe ich 1848 gesehen und 1849 in Kürze beschrieben, den anderen Fall habe ich 1849 gesehen und habe 1852 seiner in Kürze erwähnt.[1]) Beide Fälle kamen an jenen 600 Leichen (1200 Armen), welche ich zur Bestimmung der von mir veröffentlichten Häufigkeit des Vorkommens der Arterien-Anomalien des Armes untersucht hatte, also an $^1/_{300}$ der Leichen und an $^1/_{600}$ der Arme vor. Der erste Fall wurde an der 166. Leiche, der zweite an der 490. Leiche angetroffen. Von dem ersten Falle ist das getrocknete, injicirte Präparat in meiner Sammlung aufbewahrt. Ich werde zu den bereits veröffentlichten Beschreibungen nachstehende Zusätze geben. Im ersten Falle entstand die $^1/_2$ Linie dicke Ulnaris superficialis aus der Axillaris 2 Querfinger breit über dem Abgange der Circumflexa humeri posterior, verlief auf bekannte Weise, gab einen Querfinger breit über dem Os pisiforme den Ramus dorsalis ab, u. s. w. Die $2^1/_4$ Linien dicke Brachialis theilte sich im Ellenbogenbug wie gewöhnlich in die Radialis, die 2 Linien dick war, und in die Ulnaris communis, welche einen Durchmesser von $2^1/_2$ Linien hatte. Die Radialis verhielt sich normal, die Ulnaris communis gab die Recurrens ulnaris, die Interossea communis, die kurze Mediana profunda und die Ulnaris propria (profunda) ab. Die ersteren 3 Arterien zeigten keine Abweichungen, die Ulnaris propria, welche am Anfange 1 Linie, am Ende $^1/_2$ Linie dick war, verlief zwar auf bekannte Weise und begleitete den Nervus ulnaris im Sulcus ulnaris des Unterarmes abwärts, allein sie mündete schon über der Handwurzel in den Ramus dorsalis der Ulnaris super-

---

1) W. Gruber: „Vorkommen von zwei Arteriae ulnares (1 anomalen und 1 normalen) an einer Extremität." — Neue Anomalien als Beitr. zur physiol., chirurg. u. pathol. Anatomie. Berlin 1849. 4. S. 38. — Abhandlungen aus der menschlich. u. vergleich. Anatomie. St. Petersburg 1852. 4. Abh. VIII.: „Beitr. zur Myo-, Angio- und Splanchnologie des Menschen. S. 147. „Ueber die neue und constante oberflächliche Ellenbogenbugschlagader (Art. plicae cubiti superficialis) nebst deren beiden Anomalien, der Arteria mediana antibrachii superficialis und Ulnaris superficialis. — Zeitschr. der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien. Jahrg. VIII. Bd. 2. Wien 1852. S. 500.

ficialis unter einem rechten Winkel ein. Im zweiten Falle entsprang die Ulnaris superficialis von der Axillaris in der Höhe des Schlüsselbeins. Die Ulnaris propria (profunda) war um die Hälfte schwächer als gewöhnlich und communicirte über dem Os pisiforme durch Inosculation mit dem Ramus volaris der Ulnaris superficialis. Das übrige Verhalten der Arterien war dem im ersten Falle ähnlich. Seit 1849 bis jetzt ist mir kein Fall mehr von wahrer Duplicität der Ulnaris vorgekommen. Ich weiss nicht, dass irgend Jemand vor mir ausdrücklich dieser Duplicität erwähnt hätte. Allerdings hat Fr. W. Theile[1]) ein Vas aberrans aus der Axillaris entspringen und erst in der Nähe der Handwurzel in die Ulnaris münden gesehen; aber er hatte erst 1860 diese seine Beobachtung als Duplicität der Ulnaris hingestellt.[2])

Ich habe die Duplicität der Ulnaris hier wieder zur Sprache gebracht, um das mir zu wahren, was mir gehört. J. Hyrtl[3]) hat nämlich 1860, also 11 Jahre nach der Beschreibung meines ersten Falles und 8 Jahre nach Erwähnung meines zweiten Falles, auch einen Fall von Duplicität der Ulnaris mitgetheilt. Sein Fall unterscheidet sich von meinen Fällen wesentlich nur dadurch, dass die, wie in meinen Fällen aus der Axillaris entstandene Ulnaris superficialis schon hoch oben am Unterarme und zwar tiefer als eine Handbreite unter dem Ellenbogengelenk mit der Ulnaris propria anastomosirte, und dass der aus der Vereinigung beider Arterien gebildete Stamm schon nach einer Strecke von 1 Zoll in den Ramus dorsalis und Ramus volaris sich theilte, die den Nervus ulnaris zwischen sich liegen hatten. Sein Fall war somit ein unvollkommenerer Grad von Duplicität als meine Fälle. Hyrtl ignorirte meine Fälle, erlaubte sich das Vorkommen von Duplicität der Ulnaris

---

1) Op. cit. p. 139.

2) Schmidt's Jahrb. der Medicin. Bd. 108. Jahrg. 1860. S. 24.

3) Mittheilungen aus dem Wiener Secirsaale. — Unbeschriebene (!!) Gefässvarietäten. Nr. 5. „Eine doppelte Arteria ulnaris." — Oesterreich. Zeitschr. f. prakt. Heilkunde. Jahrg. VI. Wien 1860. 4. Nr. 20. Sp. 324.

bis auf seinen Fall als „unbeschrieben" zu erklären und bewunderte seinen Fund als „Rara avis", oder à la Bartholin als „Cygnus niger"!!!

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Vordere Region des Ellenbogens, des Unterarmes und der Hand der linken Extremität eines Jünglings. *a* Arteria radialis (aus der Axillaris entsprungen). *b* Arteria ulnaris communis. *c* Arteria ulnaris propria. *d* Nervus medianus. *α* Arteria mediana antibrachii superficialis. *β* Arteria recurrens radialis. *γ* Arteria collateralis ulnaris inferior.

Fig. 2. Vordere Region des Ellenbogens, des Unterarmes und der Hand der rechten Extremität eines Jünglings. *a* Arteria brachialis. *b* Arteria ulnaris antibrachii superficialis. *c* Ast, welcher dem Ramus ascendens der Arteria recurrens radialis der Norm entspricht. *d* Arteria radialis. *e* Arteria ulnaris communis. *f* Arteria mediana antibrachii profunda. *g* Arteria interossea interna. *h* Nervus medianus. *i* Nervus ulnaris. *k* Ramus superficialis nervi radialis. *α* Ramus anterior der A. collateralis ulnaris communis. *β* Ramus dorsalis der A. ulnaris antibrachii superficialis. *γ* Ramus volaris manus profundus derselben. *δδ* Zweige des Ramus vol. superficialis der A. ulnaris antibrachii superficialis zur A. mediana antibrachii profunda. *ε* Ast der A. ulnaris communis, welcher dem Ramus descendens der A. recurrens radialis der Norm entspricht. *ζ* Rudimentäre A. ulnaris propria (profunda). *η* Ast der A. dig. vol. uln. pollicis aus der A. mediana antibrachii profunda zur A. dig. vol. rad. pollicis aus der A. interossea interna. *ϑ* Anomaler Ast der A. interossea interna, welcher unterhalb des M. pronator quadratus von der Rückenseite des Unterarmes in den Sulcus radialis der Volarseite desselben u. s. w. gelangt. *ι* Zweigchen desselben zur A. mediana antibrachii profunda, das die A. palmaris der Norm repräsentirt. *κ* A. digitalis volaris radialis pollicis, Fortsetzung des anomalen Astes der A. interossea interna. (*) Unmittelbare Inosculation zwischen der A. radialis und dem anomalen Aste der A. interossea interna.

Die Reizung der quergestreiften Muskelfaser durch Kettenströme.

Von

Dr. Chr. Aeby,
Professor in Bern.

Je tiefer wir in das Wesen der Erregung eindringen, welche durch Kettenströme in thierischen Gebilden erzeugt wird, um so mehr drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass der ganze Vorgang keineswegs ein so einfacher sei, als man lange Zeit anzunehmen geneigt war. Eine Reihe von Erfahrungen weist namentlich auf eine merkwürdige Ungleichheit der den beiden Polen zugetheilten Rollen hin. Bekanntlich hat Pflüger für den Nerven den Satz aufgestellt, dass seine Reizung bei Schluss der Kette nur an der negativen, bei Oeffnung derselben nur an der positiven Elektrode stattfinde; v. Bezold[1]) hielt sich für berechtigt, diese Lehre auch auf die quergestreifte Muskelfaser zu übertragen, wonach also die beiden Elemente des locomotiven Apparates demselben Gesetze unterworfen wären. Den Beweis hierfür fand v. Bezold darin, dass die untere Hälfte eines in der Mitte festgeklemmten Muskels sich merklich später zusammenzog, wenn die obere Hälfte in aufsteigender Richtung von dem erregenden Strome durchflossen wurde, als wenn solches in absteigender Richtung geschah. Er deutete dies Ergebniss dahin, dass in dem ersteren Falle der Reiz

1) Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 235 ff.

der negativen Elektrode einen längeren Weg denn in dem letzteren zu durchlaufen habe, um die Zuckung der unteren Hälfte zu bewerkstelligen. Diese Erklärung schien um so eher auf Richtigkeit Anspruch machen zu können, als sie sich harmonisch an eine Theorie anschloss, die ihre Stütze in einer grossen Anzahl verschiedenartiger Erfahrungen fand. Es war deshalb um so auffallender, dass die directe Prüfung der intrapolaren Strecken ein ganz anderes Resultat ergab. Als ich nämlich[1]) die beiden Hebel des von mir zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Muskelreizung benutzten Apparates auf die von dem Kettenstrome durchflossene Strecke aufsetzte, fand ich, dass sie gleichzeitig gehoben wurden, während doch nach der erwähnten Theorie das Entgegengesetzte hätte eintreten müssen. Ich schloss hieraus, dass die Contraction der intrapolaren Strecken eine in allen Punkten gleichzeitige sei und dass kein Fortschreiten derselben von der einen zu der anderen Elektrode stattfinde. Das Resultat des von v. Bezold angeführten Experimentes musste demnach in anderen Momenten seine Erklärung finden; welcher Art diese seien, darüber wagte ich keinen Ausspruch.

Meines Wissens sind bis vor Kurzem weitere Versuche, diese theoretisch so wichtige Frage experimentell zum Abschluss zu bringen, nicht gemacht worden; meine eigene Thätigkeit hatte sich zu sehr nach anderen Seiten gewendet, um mich weiter damit zu beschäftigen. Ich that es erst, als durch Engelmann[2]) ein Versuch veröffentlicht wurde, der in einfachster und klarster Weise für die Richtigkeit der v. Bezold'schen Anschauung sprechen sollte.

Engelmann beobachtete, dass der an dem einen Ende frei aufgehängte Sartorius des Frosches niemals geradlinig sich zusammenzog, wenn die Pole eines schwachen Kettenstromes den beiden gegenüberliegenden Rändern angelegt wurden, dass vielmehr der Muskel jederzeit hakenförmig sich umbog, und

---

1) Aeby, Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in der quergestreiften Muskelfaser. Braunschweig 1862. S. 59.

2) Jenaer Zeitschrift für Medicin. III.

zwar bei Schliessung nach der Seite der negativen, bei Oeffnung nach der Seite der positiven Elektrode. War der Muskel in der Mitte der Länge nach gespalten worden, so gelang es häufig, die Contraction auf die eine Hälfte zu beschränken. Engelmann ist der Meinung, dass diese Erscheinung nicht anders als im Sinne der v. Bezold'schen Theorie gedeutet werden könne; das hakenförmige Umbiegen ist die Folge der einseitigen Reizung, welcher der Muskel beim Schluss der Kette gegenüber der negativen, bei deren Oeffnung gegenüber der positiven Elektrode ausgesetzt ist. In der Annahme dieser Erklärung liegt zugleich die Beurtheilung meiner eigenen Ergebnisse; sie sind einfache Beobachtungsfehler. Gegenüber den unzweideutigen und gleichmässigen Resultaten, welche meine Methode dort ergeben hatte, wo wirklich ein Fortschreiten der Zuckung stattfindet, konnte ich unmöglich an einen solchen Irrthum glauben. Ich fand um so weniger Veranlassung dazu, als mich einiges Nachdenken zu der Ueberzeugung führte, dass das Experiment von Engelmann unmöglich dasjenige beweisen kann, was es beweisen soll. Nehmen wir nämlich auch an, dass wirklich nur einseitige Reizung stattfindet, dass demnach bei der Schliessung die Fasern in der Nähe des negativen, bei der Oeffnung diejenigen in der Nähe des positiven Poles früher als diejenigen der gegenüberliegenden Seite sich verkürzen, so wird hieraus doch niemals das geschilderte Verhalten erwachsen können. Die zuerst in Thätigkeit gerathenen Fasern müssen allerdings eine geringe Seitenkrümmung veranlassen, allein diese wird durch den Antagonismus der nachfolgenden Fasern wiederum der Art aufgehoben, dass die Längsachse des in seiner Totalität verkürzten Muskels keine andere als eine geradlinige sein kann. Wenn wir nun bedenken, wie ausserordentlich klein die Zeit ist, welche der Reiz bedarf, um den halben Querdurchmesser eines Sartorius zu durchlaufen, so kann darüber gar kein Zweifel obwalten, dass die durch den Beginn der Contraction hervorgerufene Reizung des Muskels mit blossem Auge gar nicht wahrgenommen werden kann. Die von Engelmann beschriebene Biegung am Ende der Contraction kann nur darauf bezogen werden, dass die Fasern der

intrapolaren Strecke nicht alle sich gleich stark contrahiren, indem die Anregung zur Thätigkeit in der Nachbarschaft der beiden Pole in ungleichem Maasse stattfindet. Solches hat auch gar nichts Befremdliches, wenn wir uns daran erinnern, dass Aehnliches bei den Nerven schon vor längerer Zeit beobachtet worden. Ausserdem hat Chauveau[1]) bereits Belege dafür geliefert, dass das gleiche Gesetz auch auf die Muskelfaser Anwendung finde, und dass beim Schluss der Kette der negative Pol ungleich kräftiger wirke als der positive. Der Versuch von Engelmann liefert einfach eine Bestätigung dieses Satzes; darüber aber, ob die Fasern der intrapolaren Strecke gleichzeitig oder ungleichzeitig sich verkürzen, vermag er keinen Aufschluss zu ertheilen. Immerhin enthielt er für mich die Aufforderung, die fraglichen Verhältnisse einer sorgfältigeren und eingehenderen Prüfung zu unterwerfen, als es meines Wissens bis jetzt geschehen war; ich hoffte dadurch neue Anhaltspunkte für die Entscheidung der Frage zu gewinnen, in welcher Weise die Kettenpole gegenüber der Muskelfaser im Momente der Reizung sich verhalten.

Ich suchte vor Allem festzustellen, dass in Wirklichkeit ein merklicher Unterschied in der Stärke der Zuckung vorhanden sei, je nachdem sie im Gebiete des einen oder des anderen der beiden Pole auftritt. Ich benutzte dazu die Oberschenkel des Frosches, welche vermittelst eines kleinen Kunstgriffes zu einem ausserordentlich kräftigen und nur langsam absterbenden Präparate sich machen lassen. Wird nämlich oberhalb des Kniees, an der Stelle, wo man sonst den Nervus ischiadicus aufzusuchen pflegt, ein kleiner Schnitt in die Haut gemacht, so lässt sich bei einiger Vorsicht vermittelst einer starken spitzen Scheere der Oberschenkelknochen mit Leichtigkeit durchschneiden, ohne die über ihn hinweglaufenden Muskeln zu beschädigen. Indem man den Knochen durch die Wunde hervordrückt, was keinerlei Schwierigkeiten darbietet, und möglichst hoch oben entzweischneidet, verschafft man der

1) A. Chauveau, Théorie des effets physiologiques produits par l'électricité etc. Journal de la physiologie. II.

Hauptmasse der parallelfaserigen Schenkelmusculatur in ihrer natürlichen Hautbedeckung vollständige Freiheit der Bewegung, so dass sie nach Art eines einfachen Muskels sich verwenden lässt. Es darf dieses Präparat besonders für jene Fälle empfohlen werden, wo man bedeutende Muskelkraft nöthig hat. Nachdem ich beide Schenkel, welche selbstverständlich mit Curare vergifteten Fröschen entnommen waren, in der genannten Weise vorbereitet hatte, klemmte ich sie vermittelst des Beckens fest und brachte sie mit den beiden Hebeln eines Myographions in Verbindung. Ein jeder war dadurch gezwungen, vermittelst des Zeichenapparates den Grad seiner jeweiligen Verkürzung auf dem berussten Cylinder aufzuzeichnen. Leitete ich nun die beiden Drähte einer galvanischen Batterie an die unteren Enden der beiden Schenkel, so durchfloss der Strom das Präparat in seiner ganzen Länge und die äusseren Bedingungen waren für beide Muskelmassen genau dieselben. Zu grösserer Sicherheit wurde in die Leitung noch ein Gyrotrop eingeschaltet, um abwechselnd mit entgegengesetzten Stromrichtungen arbeiten zu können. Stellen wir zunächst die Hubhöhen zusammen, wie sie gleich in der ersten Versuchsreihe in 10facher Vergrösserung durch den Apparat waren aufgezeichnet worden.

Zahl der Elemente.	Linker Schenkel.		Rechter Schenkel.	
	Posit. Pol.	Negat. Pol.	Posit. Pol.	Negat. Pol.
I. 1.	0,25	8,6	2,25	1,3
	0,25	8,6	2,25	1,0
II. 2.	9,5	15,5	21,5	13,0
	6,5	15,3	15,0	10,5
	5,0	15,3	12,0	8,7
	4,0	16,0	10,0	6,7
	4,0	15,6	11,5	6,4
	4,0	14,7	11,0	6,4

Zahl der Elemente.	Linker Schenkel.		Rechter Schenkel.	
	Posit. Pol.	Negat. Pol.	Posit. Pol.	Negat. Pol.
III. 5.	15,5		22,0	
		18,7		14,6
	15,3		19,0	
		17,7		12,5
	12,2		20,0	
		15,2		11,3
IV. 5.	6,4		2,2	
		0,8		1,5
	6,4		2,2	
		0,8		1,5
	6,0		2,0	
		0,6		1,5
V. 5.	13,5		2,5	
		1,2		6,0
	14,0		2,5	
		1,2		7,0
	13,5		3,0	
		1,2		7,0

Wohl klar genug geht aus diesen Zahlen die Verschiedenartigkeit der Einwirkung des positiven und des negativen Poles auf die Muskelfaser hervor. Obgleich demselben Strome ausgesetzt, herrscht in der Zuckung der beiden Schenkel keine Uebereinstimmung. Aus den 3 ersten Versuchsreihen ergiebt sich beiderseits ein entschiedenes Uebergewicht auf Seiten des negativen Poles. Dass dabei die absoluten Hubhöhen sich nicht entsprechen, ist ohne Belang; der Grund liegt einfach in der Ungleichheit der beiden Schenkel, welche grösstentheils der Präparationsmethode zur Last zu legen ist. Bei den nöthigen Manipulationen kommt der eine etwas glimpflicher, der andere etwas weniger glimpflich weg. Ueberhaupt gestatten auch die verschiedenen Versuchsreihen keinen Vergleich, da die Belastung nicht bei allen die gleiche war. Uns genügt vor der Hand der allgemeine Nachweis, dass im frischen Muskel am negativen Pole eine weit kräftigere Zuckung sich vollzieht, als am positiven. Betrachten wir nun die beiden letzten Reihen, welche ungefähr 3 Stunden später als die ersten waren gewonnen worden, so begegnet uns in V. eine vollständige, in IV. eine wenigstens theilweise Umkehr des Gesetzes. Der ermü-

dete, im Absterben begriffene Muskel besitzt andere Eigenschaften als der frische; ihn regt nicht mehr der negative, sondern der positive Pol zur höheren Thätigkeit an. Im linken Schenkel hat diese Umwandlung früher stattgefunden als im rechten. So oft ich auch diese Versuche an verschiedenen Präparaten wiederholte, das Resultat war stets das gleiche.

Im Grunde ist dieser Versuch weiter nichts als eine Modification der Versuche von Chauveau und er bietet weiter keinen Vortheil als dass er an die Stelle der einfachen Schätzung die Messung setzt. Für mich war aber doch gerade diese Form des Versuches von besonderer Bedeutung, weil sie sich unmittelbar an die von Engelmann gewählte anschliesst. Beide scheinen zwar ausserordentlich verschieden zu sein, aber sie sind es keineswegs. Der ganze Unterschied besteht darin, dass die Muskelfasern das eine Mal neben, das andere Mal hinter einander liegen. Der galvanische Strom geht durch morphologisch getrennte Elemente, das ist die Hauptsache; ob sie dabei durch wenig oder viel Zwischensubstanz von einander geschieden werden, ist in diesem Falle gleichgültig. Es ist deshalb dieser Versuch auch vollkommen beweisend für die Richtigkeit der oben aufgestellten Behauptung, dass Engelmann die Seitwärtsbiegung des Sartorius mit Unrecht von der nur an Einem Pole stattfindenden Reizung abgeleitet hatte, dass jene vielmehr nichts anderes sei als die Folge der ungleichen Energie, mit welcher die Verkürzung am positiven und am negativen Pole erfolgt.

Die Ergebnisse, welche aus dem geschilderten Versuche hervorgingen, waren bedeutsam genug, aber nichtsdestoweniger war derselbe aus verschiedenen Gründen nicht geeignet, um ein eingehendes Studium der so wichtigen Verhältnisse zu ermöglichen. Es war nothwendig, den Versuchen möglichst einfache Bedingungen zu Grunde zu legen und den Einfluss des Kettenstromes nicht bloss auf Complexe von Muskelfasern, sondern auch auf die einzelne Faser festzustellen. Nur wenn die ganze intrapolare Strecke von ein und demselben Elemente gebildet wurde, durfte eine ungetrübte Einsicht in den Sachverhalt erwartet werden.

Die parallelfasrigen Muskeln, denen die Physiologie schon so Vieles verdankte, boten auch hier ihre Hülfe. Ich hielt mich vorzugsweise an den Sartorius und den Adductor magnus mit Curare vergifteter Frösche, doch unterliess ich nicht, das Gesetz auch an Säugethiermuskeln und zwar besonders an den Schulterhebern des Kaninchens zu prüfen. Die Uebereinstimmung war in jeder Beziehung eine so vollständige, dass ich in der Darlegung der Einzelheiten füglich auf den Frosch mich beschränken kann.

Um den Einfluss des Kettenstromes auf die einfache Muskelfaser zu prüfen, war erforderlich, die letztere so in zwei unabhängige Gebiet zu zerlegen, dass in dem einen nur der negative, in dem anderen nur der positive Pol seine Wirkung zu äussern vermochte. Die beiden Componenten der einfachen Zuckung mussten gesondert zur Erscheinung gebracht werden. Ich erreichte dies dadurch, dass ich die Mitte des Muskels durch Einklemmen fixirte, und seine beiden Enden mit den Leitungsdrähten der Kette in Verbindung brachte. Bei dieser Anordnung bildete der Muskel in seiner ganzen Länge die intrapolare Strecke; in ihrer Bewegung war diese vollkommen frei, nur dass durch die Klemme die Verschmelzung der Zuckung der einen Hälfte mit derjenigen der anderen verhindert wurde. Jede derselben musste in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit sich offenbaren. Aus verschiedenen Gründen erschien es zweckmässig, bloss die eine Muskelhälfte zum Aufschreiben zu verwenden und ihr vermittelst des Gyrotropen abwechselnd die positive und die negative Elektricität zuzuleiten. Der Erfolg entsprach auch hier vollständig den Erwartungen. Bei der Schliessungszuckung entwickelte im frischen Muskel der negative Pol ausnahmslos eine viel grössere Energie als der positive.

Es war von Wichtigkeit, zu erfahren, ob dieser Unterschied unter allen Umständen der gleiche oder aber ein veränderlicher sei. Namentlich kam hier die Verschiedenheit der Stromstärke in Frage. Ich halte es für um so überflüssiger, die viel Raum beanspruchenden Tabellen ausführlich mitzutheilen, als die absoluten Zahlenwerthe doch nur von untergeordneter Bedeutung

sind, und beschränke mich deshalb auf die Mittheilung von Verhältnisszahlen, indem ich die am positiven Pole ausgelöste Zuckung zur Einheit erhebe. Bei allen Versuchen bestand die Batterie aus kleinen Zink-Kohlenelementen. Sämmtliche Grössen stellen das Mittel aus einer Anzahl von Beobachtungen dar. Die Versuche beziehen sich auf den Sartorius des Frosches und wurden durch Controlversuche an anderen Muskeln bestätigt.

Zahl der Elemente	I.		II.		III.		IV.		V.	
	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
1	0	7,33			1	4,59	1	4,05		
2	1	6,30	1	3,21	1	3,09			1	24,00
3	1	2,52	1	2,57						
4	1	1,79	1	1,70			1	2,00	1	4,00
5	1	1,52	1	1,54	1	1,62				
6	1	1,27	1	1,46			1	1,54	1	2,30
7	1	1,34	1	1,46						
8	1	1,20	1	1,33	1	1,24	1	1,51		

Der Einfluss der Stromstärke ist unverkennbar. Mit ihrer Zunahme verwischt sich der Gegensatz zwischen positivem und negativem Pole immer mehr, um in einer gewissen Höhe vielleicht ganz zu verschwinden. Der Erfolg ist übrigens keineswegs der Stromstärke einfach proportional; eine Vermehrung der Elementenzahl von 1 auf 4 wirkt weitaus mehr als eine solche von 4 auf 8. Diese Erscheinung wiederholt sich in allen Versuchen mit der grössten Gleichmässigkeit. Ist die Reizgrösse sehr gering, so kann die positive Zuckung wie in der Versuchsreihe I. ganz ausbleiben, während die negative nichts zu wünschen übrig lässt.

Fassen wir den Gang dieser Thatsachen etwas schärfer in's Auge, so kann uns nicht entgehen, dass die Ausgleichung der anfänglich so beträchtlichen Unterschiede in den Zuckungsgrössen vorzugsweise auf eine Beeinträchtigung der negativen Zuckung gegenüber der positiven beruht. Jene wächst nicht nur verhältnissmässig langsamer, sondern wird auch bald geradezu geschwächt, wie aus einer Zusammenstellung der mitt-

leren absoluten Hubhöhe der vorigen Versuchsreihen unzweifelhaft hervorgeht.

Zahl der Elemente	Hubhöhen in Millimetern.									
	I.		II.		III.		IV.		V.	
	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
1					3,9	17,9	3,8	15,4		
2	0,6	4,5	1,9	6,1	5,5	17,0			0,5	12,0
3	2,9	7,3	2,8	7,2						
4	4,3	7,7	4,4	7,5			10,7	21,3	3,8	15,3
5	5,0	7,6	5,0	7,7	4,7	7,6				
6	5,5	7,0	5,0	7,3			9,3	14,3	3,7	8,5
7	5,0	6,7	4,8	7,0						
8	5,1	5,7	4,5	6,0	3,8	4,7				

Man würde irren, wenn man die nachtheilige Wirkung auf die negative Zuckung ausschliesslich dem Einflusse der Stromstärke zuschreiben wollte. In allen längeren Versuchsreihen spielt auch die Ermüdung eine hervorragende Rolle. Um diese zu bestimmen, liess ich einen Sartorius bei gleicher Reizgrösse (2 Elemente) in rascher Reihenfolge eine grössere Anzahl von Zuckungen hinter einander ausführen. Das Ergebniss war folgendes: Aus mehreren aufeinanderfolgenden Versuchen theile ich jeweilen das Mittel mit:

Nummer der Versuche.	Mittel.		Verhältniss der posit. zur negat. Zuckung.
	+	−	
1—2	2,0	13,7	1 : 6,8
3—7	2,7	10,4	1 : 3,85
8—10	2,4	7,5	1 : 3,12
11—15	1,5	4,4	1 : 2,93

Setzen wir die beiden Anfangszuckungen gleich 1, so ist die positive Endzuckung gleich 0,75, die negative dagegen nur gleich 0,32. Die Stärke der ersteren hat sich daher nur um 25, die der letzteren dagegen um volle 68%₀ vermindert. Hieraus ist ersichtlich, dass die negative Zuckung durch Ermüdung weit mehr leidet als die positive. Schreitet die Ermüdung bis zu einem gewissen Grade fort, so drückt sie das Niveau der

negativen Hubhöhe unter das Niveau der positiven herab und das Gesetz der Zuckung kehrt sich geradezu um. Solches tritt regelmässig ein, wenn die lebendige Thätigkeit nicht allzu rasch erlischt, das eine Mal früher, das andere Mal später, je nach den äusseren und inneren Bedingungen, denen der Muskel ausgesetzt ist. Mehrfach habe ich, besonders bei Muskeln matter Thiere oder bei solchen, die längere Zeit gelegen hatten, die Beobachtung gemacht, dass schon die ersten, obwohl kräftigen Zuckungen das Gesetz ermüdeter und absterbender Präparate befolgten, indem die positive Zuckung überwog; auch kam es zuweilen vor, dass ein Muskel, der bei geringer Stromstärke durchaus regelrecht sich verhielt, bei Steigerung derselben plötzlich seinen Charakter änderte. Es kann solches nicht überraschen, da wir ja bereits gesehen haben, dass bedeutendere Stromstärke überhaupt der negativen Zuckung zu Gunsten der positiven Eintrag thut.

Um mich von der Richtigkeit dieses Satzes noch fester zu überzeugen, reizte ich einen Muskel, der successive mit 1 bis 8 Elementen war erregt worden, schliesslich wiederum mit einem einzigen und erhielt:

Zahl der Elemente.	Hubhöhe.		Verhältniss der posit. zur negat. Zuckung.
	+	–	
1	3,9	17,9	1 : 4,6
8	3,8	4,7	1 : 1,24
1	3,8	5,6	1 : 1,47

Hier ist nicht zu verkennen, wie schädlich die Ermüdung und das Absterben einwirken; aber ebensowenig, wie der Verminderung der Stromstärke sofort Zunahme der Zuckung am negativen Pole folgt, während diejenige am positiven davon gänzlich unberührt bleibt. Meinen Zwecken genügte es, das allgemeine Grundgesetz festgestellt zu haben; ich überlasse es Anderen, die feinere Analyse des ganzen Processes vorzunehmen und den Antheil der verschiedenen Factoren an demselben schärfer zu umgrenzen, als ich es gethan habe.

In allen bisherigen Versuchen wurde die Sonderung der beiden Zuckungen in der Weise erzielt, dass die Mitte des Muskels durch Einklemmen an der Verschiebung verhindert war. Es schien mir wünschenswerth, den Beweis zu liefern, dass dieser Umstand in keiner Weise an der Natur der gefundenen Resultate betheiligt sei, dass diese vielmehr den wirklichen Ausdruck des Muskelgesetzes enthielten. Ich stellte deshalb eine Anzahl von Versuchen an, bei denen ich die Einklemmung vermied, indem ich den zeichnenden Apparat an einer quer durch die Mitte des Muskels gestochenen Nadel aufhing, während alles Uebrige unverändert blieb. Bei dieser Anordnung konnte ebenfalls nur die Eine Muskelhälfte, und zwar die obere wirken, während die andere vollkommen ausgeschlossen war, ohne dass die einzelnen Muskelfasern die geringste Beschädigung erlitten hätten. Wie zu erwarten, unterschied sich das gewonnene Rasultat nicht von dem früheren.

Noch will ich hervorheben, dass ich abwechselnd bald das obere, bald das untere Muskelende zum Zeichnen benutzt habe, ohne dass dadurch der Erfolg im Geringsten wäre geändert worden. Beobachtete ich beide Hälften eines und desselben Muskels gleichzeitig, so verhielten sie sich bei jeder Zuckung entgegengesetzt, so lange nicht durch ungleich rasches Absterben Störungen eingetreten waren.

Wir haben bis jetzt ausschliesslich von der Schliessungszuckung gesprochen und die Oeffnungszuckung vernachlässigt. Von dieser ist bekannt, dass sie zur Entstehung eines stärkeren Reizes bedarf als jene. In der Regel ist sie die schwächere, doch nicht immer; mehrfach habe ich beobachtet, dass sie sowohl in der negativen, als auch der positiven Sphäre die Schliessungszuckung entweder an Stärke erreichte oder selbst übertraf. Wichtig ist die Thatsache, dass auch in ihrem Bereiche Ungleichheit der beiden Pole hervortritt, aber nicht zu Gunsten der negativen, sondern zu Gunsten der positiven Kettenseite. Die Oeffnungszuckung verhält sich mithin entgegengesetzt wie die Schliessungszuckung. Ein dem Sartorius entnommenes Beispiel mag die Sache veranschaulichen.

Schliessungs-zuckung.		Oeffnungs-zuckung.	
+	−	+	−
11,5	23,0	4,6	1,0
13,3	23,0	5,3	1,7
9,0	17,0	4,0	1,8
8,5	13,0	3,5	2,0
7,5	10,0	3,0	2,0
6,5	9,0	2,4	1,5
5,6	7,5	2,0	1,2
4,5	6,0	1,3	1,0
3,5	4,5	0,5	0,5
2,5	3,0	0,5	0,3

In jeder Beziehung kehren analoge Verhältnisse wieder, wie sie uns bereits von der Schliessungszuckung bekannt sind, nur dass eben die Rollen von positiv und negativ vertauscht sind. Dennoch wirkt hier das Absterben stärker auf die positive Zuckung ein, so dass schliesslich ebenfalls Umkehr eintritt. Gegen alle schädlichen Einflüsse ist die Oeffnungszuckung weitaus empfindlicher als die Schliessungszuckung. Die Umkehr tritt bei ihr häufig schon zu einer Zeit ein, wo bei dieser noch das normale Gesetz in Kraft steht. Verschiedenartige Combinationen führen zu einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, und bei der Leichtigkeit, mit der isolirte Muskeln, die der Luft und so vielen schädlichen Einflüssen ausgesetzt sind, absterben, kann es nicht überraschen, dass oft in einer ganzen Anzahl von Präparaten nur wenige das Gesetz in reiner und ungetrübter Art hervortreten lassen. Als dieses Gesetz müssen wir aber für die unveränderte Muskelsubstanz Ueberwiegen der Zuckung am negativen Pole bei Schluss, und Ueberwiegen am positiven Pole bei Oeffnung der Kette bezeichnen. Hat die Veränderung eine gewisse Stufe erreicht, so tritt

das Entgegengesetzte ein. In beiden Fällen kann die schwächere Zuckung vollständig ausbleiben.

Von besonderem Interesse war die Prüfung des Muskels in jenem Falle, wo nur ein Theil desselben zur intrapolaren, der Rest dagegen zur extrapolaren Strecke gemacht wurde. Bekanntlich erstreckt sich hierbei unter günstigen Verhältnissen die Erregung über seine ganze Länge. Ich schuf die eine Hälfte des Muskels zunächst dadurch zur extrapolaren, dass ich die eine Elektrode selbst als Klemme benutzte und sie demnach unmittelbar an jene angrenzen liess. Der ausserhalb der Pole gelegene Theil verhielt sich dabei nicht anders, als wenn er innerhalb derselben sich befunden hätte; er folgte dem uns bekannten Gesetze des zunächst liegenden Poles. Das gleiche Resultat wurde auch erzielt, wenn, nachdem die Mitte des Muskels selbständig festgeklemmt war, beide Pole in die gleiche Muskelhälfte eingesenkt wurden, so dass die andere nur mittelbar durch die Klemmstelle hindurch von ihnen beeinflusst werden konnte. Hier geschah solches aber nur im Beginne des Versuches, und meist trat schon sehr frühzeitig eine Störung des regelrechten Verhaltens ein. Nicht selten war solches sogar gleich von Anfang an der Fall, so dass, während in der intrapolaren Strecke noch die negative Zuckung überwog, in der extrapolaren die positive bereits den Vorrang erworben hatte. Durch Verschiebung des einen Poles liess diese Thatsache bequem sich feststellen. Offenbar war diese Ungleichheit des Verhaltens die Folge der Einklemmung, durch welche ein Theil derjenigen Muskelsubstanz, der die Fortleitung des Reizes oblag, ihre Eigenschaften geändert hatte. Erhielt sich die Zuckung der extrapolaren Strecke lange genug, so stellte sich zuletzt die Uebereinstimmung mit der intrapolaren Strecke wieder dadurch her, dass auch diese das Gesetz der veränderten Muskelsubstanz annahm. Diese Erfahrungen sind von Wichtigkeit, weil sie uns beweisen, dass die Einklemmung einer wenn auch nur beschränkten Muskelstrecke keineswegs unter allen Umständen ein unschuldiger Vorgang ist. Wird die Klemmstelle selbst zum Pole, so weicht die extrapolare Strecke nur selten von der intrapolaren ab, wohl deshalb, weil dann

der Pol meistens mit noch unveränderter, weil ungeqnetschter, Muskelsubstanz in Verbindung steht. Wie gross die Verschiedenheit sein kann, mag aus folgendem, dem Adductor entnommenen Beispiele ersehen werden. Derselbe war in der Mitte eingeklemmt und das untere Ende verzeichnete seine Thätigkeit. Der eine Pol blieb unverrückt dem oberen Ende angefügt, der andere dagegen befand sich in A am unteren Ende des ganzen Muskels, in B an der Klemmstelle, in C oberhalb der Klemmstelle in der nicht zeichnenden Muskelpartie. Die zeichnende war demnach bei A intrapolar, bei B und C dagegen extrapolar.

A.		B.		C.	
+	–	+	–	+	–
13,5		2,5		13,0	
	25,0		8,0		8,0
14,5		3,0		12,0	
	24,0		7,0		1,0
14,5		4,0		12,0	
	22,0		6,5		0,5
13,5		3,0		9,5	
	20,0		7,0		0,5
14,0		3,5		9,0	
	21,0		7,0		0,5

Die Versuche von B wurden zuletzt angestellt, daher die durch Ermüdung bedingte geringere Hubhöhe. Ich halte es nicht für nothwendig, weitere Zahlentabellen mitzutheilen.

Wir haben es hier mit denselben Thatsachen zu thun, die bereits durch v. Bezold, freilich von anderen Gesichtspunkten aus, geprüft worden sind, indem er den Einfluss auf- und absteigender Ströme auf extrapolare Strecken untersuchte. Ich glaube, dass man für die Muskelfaser diese Ausdrücke fallen lassen sollte, da sie im Grunde keinen Sinn haben und die Bequemlichkeit der kurzen Ausdrucksweise auch in anderer Art sich erreichen lässt. Auf- und absteigend kann ein Strom offenbar nur dort sein, wo überhaupt ein Oben und Unten vorhanden ist, wie im Nerven, dessen physiologische Thätigkeit ein Fortschreiten der Erregung in ganz bestimmter Richtung

zwischen zwei differenten Grenzpunkten voraussetzt. Bei der Muskelfaser ist solches nicht der Fall; sie ist eine in sich homogene Masse, deren einzelne Theile einander vollkommen gleichwerthig sind und die eine an irgend einer Stelle gegebene Erregung gleichförmig nach allen Seiten hin sich ausbreiten lässt. Alles, was wir bis jetzt über die Beziehungen der Muskel- zur Nervenfaser kennen, deutet darauf hin, dass jede von der letzteren hervorgerufene Erregung in jener in entgegengesetzter Richtung verlaufende Contractionswellen entstehen lässt. Deshalb ist es auch vollkommen gleichgültig, in welcher Richtung wir den Strom durch die Muskelfaser hindurchleiten. Nicht seine Richtung, sondern die Natur und Eigenthümlichkeit des zunächst liegenden Poles ist es, welche das Verhalten der extrapolaren Strecke sowohl als auch der intrapolaren bedingt.

Die Thatsache, dass die Richtung des Stromes für die Muskelfaser ohne Belang ist, geht nicht erst aus meinen Versuchen hervor. Heidenhain[1]) hat darüber bereits vor einer Anzahl von Jahren Erfahrungen gesammelt. Wir würden jedoch irren, wenn wir glaubten, dass dieses Gesetz unbedingt auch auf alle Fasercomplexe, d. h. auf die Muskeln, Anwendung finde. Es ist dies nur der Fall bei durchaus parallelfasrigen, deren Zusammensetzung an allen Stellen genau die gleiche ist, die also auch überall dem positiven und negativen Pole genau die gleichen Elemente darbieten. Ob der grössere Reiz auf das obere oder untere Muskelende trifft, ist unter solchen Umständen gleichgültig, da die Zahl der auszulösenden Krafteinheiten an beiden Stellen dieselbe ist. Ganz anders jedoch verhält sich die Sache in Muskeln, deren Elemente zur Mitte unsymmetrisch gelagert sind. Bei der Ungleichheit des Reizvermögens der beiden Pole können wir mit aller Bestimmtheit voraussagen, dass in einem derartigen Muskel entgegengesetzte Stromrichtungen Ungleichheit der Hubhöhen, und zwar in einem der Ungleichheit der Faservertheilung entsprechenden Verhältnisse, bedingen müssen. Das lastende Gewicht wird

1) Archiv f. phys. Heilkunde. N. F. 1.

eben höher gehoben werden, wenn der stärker reizende Pol, also bei Schliessung der Kette der negative, bei deren Oeffnung der positive, die grössere Fasermasse beherrscht. In dieser Beziehung sind die Versuche am Gastroknemius des Frosches lehrreich, da er die geforderten Bedingungen, so vollkommen als es nur gewünscht werden kann, erfüllt. Leiten wir durch denselben das eine Mal einen aufsteigenden, das andere Mal einen absteigenden Strom, so ist in den beiden Fällen das Resultat nichts weniger als gleich, wie aus folgender Tabelle hervorgeht. In ihr ist derjenige Pol angegeben, der mit dem dicken Kopfende in Verbindung stand, während der andere an den dünnen Schwanztheil sich anlehnte.

Schliessungs-zuckung.		Oeffnungs-zuckung.	
+	−	+	−
10,0		5,0	
	12,5		3,0
9,4		5,0	
	13,3		2,6
9,2		5,5	
	13,5		2,0
8,6		4,0	
	13,6		2,5
Mittel:			
9,3	13,2	5,0	2,5
Verhältniss:			
1 : 1,42		2 : 1	

Zur Erhärtung des Satzes, dass hier nicht die Verschiedenheit der Stromrichtung, sondern die Verschiedenheit der reizenden Kraft eine Rolle spiele, habe ich noch Folgendes anzuführen. Klemmte ich den Gastroknemius, ähnlich wie den Sartorius und den Adductor, in der Mitte derart ein, dass die Thätigkeit des dicken Theiles vollkommen gesondert wurde von derjenigen des dünnen, und liess ich nun beide ihre Hubhöhen aufzeichnen, so verhielten sie sich wie parallelfasrige Muskeln. Brachte ich bei einem frei aufgehängten Muskel die Pole erst an die Enden und stach sie hierauf in geringer Ent-

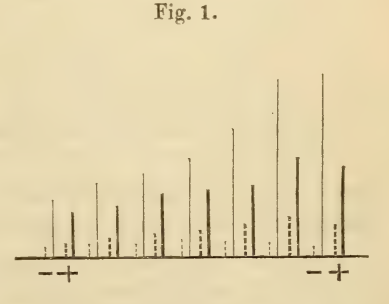
fernung von einander in den fleischigen Bauch, so dass sie von annähernd gleichen Fasermassen umlagert waren, so glich sich der anfängliche Gegensatz zwischen den beiden Polzuckungen fast vollständig aus. Beispielsweise führe ich an, dass während im ersten Falle die positive Elektrode im Dicktheil des Muskels eine Zuckung von 7,2, die negative eine solche von 17,2 Mm. Hubhöhe erzeugte, jene im zweiten Falle auf 11,2 gestiegen, diese auf 13,5 Mm. gesunken war. Dort ergab sich also ein Verhältniss von 1 : 2,4, hier dagegen nur ein solches von 1 : 1,2. Diese Zahlen sprechen zu deutlich, als dass sie einer weiteren Erläuterung bedürften.

In solchen unsymmetrischen Muskeln wie der Gastroknemius haben wir im Grunde schon von Hause aus jene Scheidung der Wirkung des positiven und negativen Poles, wie wir sie anderwärts erst künstlich durch Einklemmen bewirken. Wir können demnach mit seiner Hülfe ohne weitere Präparation die Mehrzahl der oben besprochenen Gesetze, wenn auch in weniger reiner Form, zur Anschauung bringen.

Den Anforderungen vollkommener Symmetrie entspricht wohl kein Muskel mit mathematischer Strenge. Hieraus erklärt es sich, dass auch die scheinbar parallelfasrigsten Muskeln, wie z. B. der Sartorius des Frosches, noch kleine Unterschiede wahrnehmen lassen, wenn Ströme von entgegengesetzter Richtung die Zuckungen auslösen.

Ich glaube die gewonnenen Gesetze nicht besser übersichtlich zusammenfassen zu können, als indem ich zum Schlusse einige Versuchsreihen genau in der erhaltenen Form graphisch wiedergebe.[1]) Gewissermaassen als Prototyp kann die Reihe in Fig. 1 betrachtet werden. Sie stammt vom

Fig. 1.



1) Die Reihenfolge der Zuckungen geht von rechts nach links.

Sartorius des Frosches, dessen eine von der anderen abgeklemmte Hälfte abwechselnd durch den positiven und den negativen Pol der Kette gereizt wurde. Die Oeffnungszuckungen sind durch Punktirung von den Schliessungszuckungen unterschieden. Jene sind am positiven, diese am negativen Pole die stärkeren. Mit fortschreitender Ermüdung gleicht sich der Gegensatz mehr und mehr aus. Fig. 2 und Fig. 3 sind dem Adductor entnommen. Die erstere der beiden Reihen ist merkwürdig durch die ungewöhnliche Stärke der durch die positive Elektrode bedingte Oeffnungszuckung. Sie übertrifft nicht nur ihre eigene Schliessungszuckung, sondern auch diejenige des negativen Poles, anfänglich wenigstens, um ein sehr Bedeutendes. Fig. 3 gestattet einen Einblick in die durch Absterben des Muskels bedingten Umänderung des normalen Zuckungsgesetzes. Bei Schliessung der Kette tritt allmählich der negative Pol hinter den positiven, bei Oeffnung dagegen der positive Pol hinter den negativen zurück. Das Ende der Reihe weist demnach die denjenigen des Anfangs entgegengesetzten Verhältnisse auf.

Fig. 2.

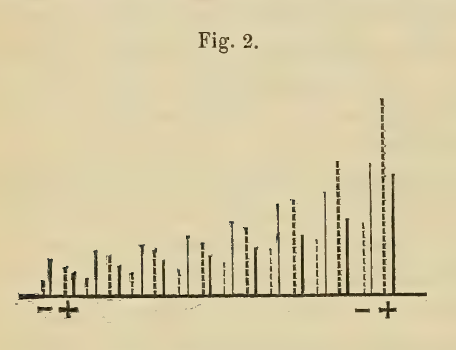
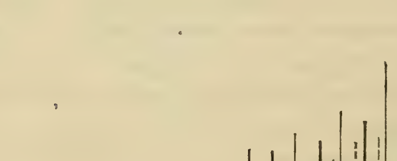


Fig. 3.

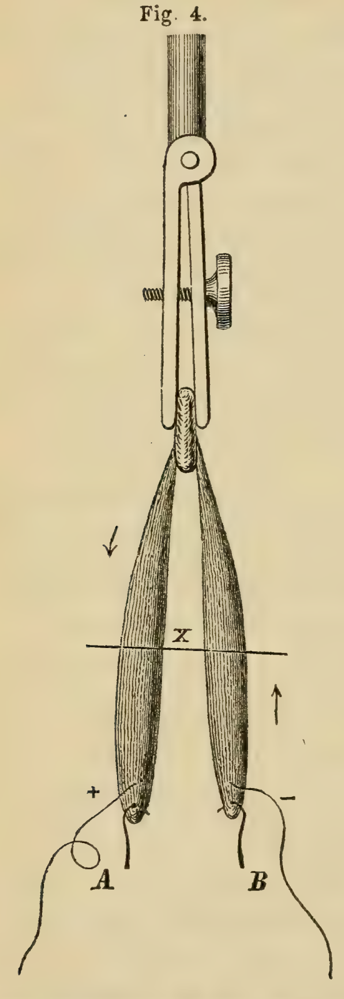


Nachdem wir über einen höchst eigenthümlichen Gegensatz zwischen den beiden Polen uns Aufschluss verschafft, tritt nun die wichtige Frage an uns heran, ob er auch, wie zuerst durch v. Bezold behauptet worden, die örtliche Verschiedenheit der Reizung im Gefolge habe. Unsere bisherigen Erfahrungen geben darüber keinen Aufschluss. Wir wissen nur, dass der eine Pol stärker reizt als der andere, nicht aber, ob er auch als der alleinige Ausgangspunkt der Reizung zu denken sei. Ich habe bereits meiner früheren Mittheilungen gedacht, wonach letzteres nicht der Fall ist, wonach vielmehr in allen Punkten der intrapolaren Strecke die lebendige Thätigkeit gleichzeitig erwacht. Es war mir daran gelegen, neue Beweise für die Richtigkeit dieser Anschauung beizubringen; nachdem das Mittel gefunden war, die intrapolare Strecke in ihre beiden Hauptbezirke zu zerlegen, lag der Gedanke nahe, dasselbe noch weiter fruchtbringend zu verwerthen.

Ich kehrte zunächst zu dem ersten Versuche zurück, welcher beide Schenkel in den gleichen Stromkreis einschaltete. Ich untersuchte, ob mit der bereits hervorgehobenen verschiedenen Stärke der Zuckung auch eine zeitliche Verschiedenheit ihres Beginns sich verbinde. Es war dies nicht der Fall. Die Anfänge der gezogenen Curven deckten sich jederzeit, wie verschieden auch deren absolute Erhebung sein mochte. Die Thatsache war zwar von Interesse, aber keineswegs entscheidend für die schwebende Frage, da ja ein polarer Gegensatz in jedem der beiden Schenkel auftreten musste, und demnach aus Gleichzeitigkeit der Zuckung noch nicht die Gleichzeitigkeit der Reizung an beiden Polen sich folgern liess. Auch hier galt es, deren Wirkung zu sondern. Gelang es von dem einen Muskel nur die Zuckung der negativen, von dem anderen nur diejenige der positiven Seite verzeichnen zu lassen, so musste es sich entscheiden, ob beide gleichzeitig auftreten oder aber nicht. Ich verfuhr folgendermaassen: Die beiden Adductoren des Frosches oder die beiden Schulterblattheber des Kaninchens wurden frei präparirt und vermittelst des zwischen ihnen liegenden Skelettabschnittes durch eine Klemme befestigt (Fig. 4). Jedem der beiden Muskeln wurde einer der Myographionhebel

angehängt, und am freien Ende einer der beiden Leitungsdrähte zugeführt. Dadurch wurde das untere Ende des einen Muskels positiv, das des andern negativ, während das obere Ende natürlich entgegengesetzte Verhältnisse darbot. Ist nun die Annahme richtig, dass die Reizung nur von dem einen Pole ausgeht, um von Querschnitt zu Querschnitt nach dem zweiten hin vorzuschreiten, so liegt es auf der Hand, dass unter solchen Umständen in beiden Muskeln die Reizung gleichzeitig, aber an verschiedenen Punkten anheben muss. Bei dem einen Muskel geschieht dies am unteren (*B*), bei dem anderen am oberen Ende (*A*); demnach ist auch die Zuckungswelle dort eine aufsteigende, hier eine absteigende. Zerlegen wir nun beide Muskeln durch eine Klemme (x) in der Weise in zwei Hälften, dass bei beiden nur der untere Theil seine Thätigkeit auf den Apparat zu übertragen vermag, so muss die Frage nach dem Orte der Reizung sich lösen lassen, da ja gerade die polar entgegengesetzten Muskelhälften geprüft werden.[1]) Das Resultat war in zahlreichen Versuchen

Fig. 4.



1) Anmerkung. Dieses Präparat eignet sich vorzüglich, um die Verschiedenheit der beiden Polwirkungen gleichzeitig zur Anschauung

ein durchaus constantes. Bei keiner Reizungsgrösse liess auch nur der geringste Unterschied in dem zeitlichen Beginn der beiden Zuckungen sich wahrnehmen. Am positiven und am negativen Pole begann die Contraction jedesmal gleichzeitig. Wie aus meinen früheren Versuchen, so ergiebt sich demnach auch aus den jetzigen, dass die Theorie v. Bezold's, wonach der Reiz nur an der einen Elektrode auftritt, nicht richtig ist, dass vielmehr, wenn auch mit verschiedener Energie, die Zukkung in der ganzen intrapolaren Strecke gleichzeitig auftritt. v. Bezold hat eine Muskelstreckc von nur 4 Mm. geprüft und dabei gefunden, dass die Fortpflanzung der Welle sogar mit einer dreimal geringeren Geschwindigkeit erfolge als bei der Anwendung von Inductionsschlägen. Ich hatte Strecken von 20 und mehr Mm. zur Verfügung und konnte trotzdem keine Zeitdifferenz auffinden, obgleich sich Verschiebungen der Curvenanfänge um mehrere Centimeter hätten ergeben müssen. Ich beharre deshalb dabei, dass die Deutung des Versuches von v. Bezold eine unrichtige ist und dass es sich bei den von ihm gefundenen Zeitdifferenzen um ganz andere Momente als um das Fortschreiten des Reizes von dem einen Pole zu dem anderen handle. Wir wissen jetzt, dass die Kraftvertheilung der Zuckung innerhalb der intrapolaren Strecke keineswegs eine gleichmässige ist, dass sie vielmehr die eine Seite wesentlich begünstigt. Für die Erregung einer extrapolaren Strecke kann es deshalb nicht gleichgültig sein, von welcher Seite der intrapolaren her sie den Anstoss erhält, da die latente Reizung abhängig ist von der Grösse der erregenden Kraft. Ich vermuthe, dass im v. Bezold'schen Versuche dieser Umstand eine gewichtige Rolle spielt. Derselbe wird aber noch verwickelter dadurch, dass, wie wir oben gesehen haben, an der Klemmstelle ausserordentlich leicht und rasch Modificationen eintreten, welche den Gang der Erscheinungen wesentlich beeinflussen. Wie viel in dem Versuche v. Bezold's auf Rech-

zu bringen. Bei passender Stromstärke gelingt es häufig, den einen Muskel in vollständiger Ruhe verharren zu sehen, während der andere auf das lebhafteste zuckt. Vermittelst des Gyrotropen lassen die Rollen beliebig oft sich ändern.

nung jedes einzelnen der verschiedenen sich durchkreuzenden Momente zu setzen ist, lässt sich ohne specielle Untersuchung natürlich nicht sagen. Mir kam es auch nur darauf an, zu zeigen, dass dabei die Fortpflanzung eines localen Reizes keine Rolle spielt.

Fassen wir alles Bisherige zusammen, so ergiebt sich, dass im frischen Muskel die Reizhöhe innerhalb der intrapolaren Strecke eine Curve beschreibt, welche bei der Schliessungszuckung gegen den negativen, bei der Oeffnungszuckung gegen den positiven Pol ansteigt. Auf der ganzen Strecke erfolgt die Erregung zu gleicher Zeit, aber nicht an allen Punkten in der gleichen Stärke. Ist die Reizhöhe überhaupt eine sehr niedrige, so kann es vorkommen, dass der Fuss der Curve unter das Niveau des für die Weckung einer Zuckung erforderlichen Reizmaasses heruntersinkt. Dann bleibt die Zuckung in der betreffenden Gegend aus und beschränkt sich auf einen Bruchtheil der intrapolaren Strecke, vielleicht sogar auf die nächste Umgebung des Einen Poles. Allgemeine Zuckung entsteht erst, wenn die ganze Curve über das Niveau des nöthigen Reizminimums hinaufrückt. In den Curven a und a_1 der Fig. 5, wo

Fig. 5.

MM das Minimum des zur Erregung erforderlichen Reizes bezeichnet, sind diese beiden Fälle für die Schliessungszuckung graphisch dargestellt. Im Verlaufe der weiteren Umänderung der Muskelsubstanz gleicht nun die Niveaudifferenz der beiden Curvenenden immer mehr sich aus; die Höhe senkt, die Tiefe hebt sich. Aus der ansteigenden Linie wird allmählig eine horizontale, welcher, wie in *b*, eine gleichmässige Vertheilung der Erregung innerhalb der ganzen intrapolaren Strecke entspricht. Der Gegensatz der Pole hat sich ausgeglichen, doch nur vorübergehend. Durch weiteres Sinken des einen, durch weiteres Heben des anderen Endes entsteht aus der horizontalen wiederum eine aufsteigende Linie, aber mit Umkehr der früheren Verhältnisse. Steht sie hoch genug, wie in *c'*, so ist die Zuckung noch eine allgemeine, nur mit anderer Vertheilung deı Energie als bisher. Mit dem Absterben sinkt sie tiefer und tiefer, bis zuletzt nur noch der Gipfel das nöthige Reizmaass zu erzeugen vermag (*c*). Jetzt ist die Erregung wiederum eine partielle. Die Zuckung beschränkt sich am Ende der Versuchsreihe auf Einen Pol, gleich wie im Anfange, aber auf den entgegengesetzten. Für die Oeffnungszuckung gilt das gleiche Gesetz, nur mit verändertem Ausgangspunkte. Ich habe in Fig. 5 diesen Gang der Erscheinungen zu versinnlichen gesucht; die Form der Curven ist eine imaginäre, da ich keine auf ihre Erforschung bezüglichen Versuche angestellt habe. Sie müsste sich ergeben, wenn durch Verschiebung der Klemmstelle verschieden lange Strecken der intrapolaren Strecke auf ihre Zuckungsgrösse geprüft werden.

Es sind also in der That, wenn auch nicht immer, doch in der Regel, für die Schliessungs- und Oeffnungszuckung gewisse Hauptpunkte in der intrapolaren Strecke vorhanden, aber sie sind dies nicht in dem Sinne v. Bezold's, wonach in ihnen allein die Erregung stattfände, sondern in der Weise, dass in ihnen diese Erregung ihren Höhepunkt erreicht. Die Stellung dieser Hauptpunkte ist auch keineswegs eine constante, sie verschieben sich vielmehr in entgegengesetzter Richtung über die intrapolare Strecke hinweg von der einen Elek-

trode zur anderen hin. Möglicherweise kommt hierbei die mit der stärkeren Erregung gesetzte Ermüdung in Betracht.

Ich verkenne nicht, dass ich die gestellte Aufgabe keineswegs so vollständig gelöst habe, als es an der Hand der gegebenen Methoden möglich gewesen wäre. Es lag dies auch gar nicht in meiner Absicht, da mich dies vor der Hand viel zu weit geführt hätte. Noch fehlt ja so Manches, was für die Ermöglichung eines vollen Einblicks in den inneren Zusammenhang der Erscheinungen unerlässlich ist. Immerhin glaube ich einige für die Erregung der Muskelfaser durch Kettenströme nicht unwichtige Thatsachen hervorgehoben und namentlich gegenüber entgegengesetzten Angaben die Richtigkeit des schon früher von mir aufgestellten Satzes erhärtet zu haben, dass die Bedingungen für die Erzeugung einer Zuckung nicht bloss in unmittelbarer Nähe der Elektroden, sondern innerhalb der ganzen intrapolaren Muskelstrecke gegeben sind.

Neue Untersuchungen über den Bau des Gehirns vom Nilhecht.

Von

Dr. Hermann Oeffinger,
Prosector in Freiburg.

(Hierzu Taf. XX.)

Erster Theil.

Das Gehirn des Nilhechtes ist im Laufe der letzten 2 Jahrzehnte Gegenstand einiger ziemlich eingehenden Bearbeitungen geworden.

Die erste „Anatomische Beschreibung des Gehirns vom karpfenartigen Nil-Hecht, Mormyrus cyprinoides L. (M. Bané Geoffroy St. Hilaire.) Leipzig 1854. Voss“ von Prof. A. Ecker behandelt die äussern Verhältnisse des Gehirns einer Species, des Mormyrus Bané Geoffr. St. Hilaire mit der diesem Forscher eigenthümlichen Gründlichkeit und lieferte eine Reihe von Abbildungen, die ebenso trefflich, als genau in der Ausführung, die gröberen Verhältnisse wiedergeben. Ihm folgte 1861, 1862, 1864 (schon 1852, 1853 waren zerstreute Notizen erschienen) Joh. Marcusen mit einer Arbeit über die zoologischen und anatomischen Verhältnisse dieses merkwürdigen Thieres. Marcusen hatte 1851 selbst Aegypten bereist und legte später seine Errungenschaften der Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg vor, in deren Memoiren, Série VII. Tome VII. Nr. 4. sie Aufnahme fanden.

Aber weder A. Ecker, noch J. Marcusen kamen zu einem abschliessenden Resultate. Insbesondere ist es dasjenige Gebilde, welches dem ganzen Gehirn den säugethier-ähnlichen Habitus verleiht, den schon Rud. Wagner (Göttinger gelehrte Anzeigen, 9. Dezemb. 1848) als besonders auffallend bezeichne hatte, über welches ihre Ansichten auseinander gehen, ohne dass der Eine oder der Andere für seine Anschauung einen hinlänglich sicheren Beweis beigebracht hätte. J. Marcusen hatte es in seinen ersten Notizen (Gazette médicale de Paris Nr. 9, pag. 136, 1853; und Bulletin de la classe phys. math. de l'Acad. impér. de St. Pétersbg. Nr. 765. Sept. 1853.) schlechthin als grosses Gehirn bezeichnet; Ecker hielt ihm jedenfalls mit vollem Rechte entgegen, dass den Grosshirn-Hemisphären der Säugethiere die lobi olfactorii der Fische entsprächen und nahm die ganze räthselhafte Gehirnmasse als „eine enorm entwickelte Vierhügelmasse" in Anspruch. In seiner spätern Arbeit ist Marcusen von jenen ersten Angaben zurückgekommen, um die noch unentschiedenere Bezeichnung eines „besonderen Organes" zu gebrauchen.

Dieser Zwiespalt nun ist es gerade, dem die vorliegende Arbeit ihre Entstehung verdankt. Von dem Gedanken ausgehend, dass sich wohl ein Zusammenhang dieses eigenthümlichen Gebildes mit irgend einem Gehirntheile finden müsse, der einen Fingerzeig geben könne, zu welchem dasselbe zu zählen sei, habe ich eine grosse Anzahl Durchschnitte gemacht, welche in einem zweiten Theile des Aufsatzes veröffentlicht werden sollen und Einiges zur Aufklärung dieser Frage beitragen können. — Auf der andern Seite habe ich es nicht unterlassen zu dürfen geglaubt, Abbildungen der Gehirne der verschiedenen mir zur Verfügung stehenden Arten mitzutheilen, einmal weil nicht eben unwesentliche Differenzen zwischen den einzelnen Species sich finden, wie schon Ecker (l. c. pag. 1) andeutet, und derartige Abbildungen bis jetzt nicht existiren, und dann weil mein verehrter Lehrer und Chef seiner Zeit schon die Absicht aussprach, die Resultate seiner Untersuchungen über die anderen Mormyrusarten später mitzutheilen. Da er mich durch Uebergabe seines Materials in den Stand setzte,

an seiner Statt diese Untersuchung weiter zu verfolgen, so entspringt für mich daraus die Verpflichtung, sein Versprechen hier einzulösen. Endlich ist das Material bei uns ziemlich selten geworden, so dass sich auch von diesem Standpunkte aus die Zugabe solcher Abbildungen rechtfertigt.

Sämmtliche Bilder sind mit aller möglichen Sorgfalt nach der Natur ausgeführt, so dass ich in dieser Hinsicht jede Garantie übernehmen kann. Ich hoffe, dass man gerade in dieser Naturtreue einen nicht gering zu schätzenden Vorzug meiner Abbildungen namentlich denen von J. Marcusen gegenüber anerkennen wird. Diese sind zum Theil nach äusserst defekten Präparaten angefertigt und verrathen diese Entstehungsweise leicht durch ihre von der Wirklichkeit oft abweichende Gestalt. —

A. Allgemeine Beschreibung des Gehirns.

Als Grundlage vorliegender Arbeit dienten Gehirne von Mormyrus cyprinoides, oxyrhynchus, longipinnis, dorsalis, anguilloides und elongatus, welche sämmtlich seiner Zeit Herrn Hofrath Prof. Ecker von dem so früh verstorbenen Dr. Bilharz aus Kairo zugeschickt worden waren. Die Gehirne waren in Chromsäure erhärtet und dann in Alkohol aufbewahrt worden. Alle befanden sich in ganz gutem Zustande.

Im Allgemeinen lassen sich die Beschreibungen, wie sie von Ecker und Marcusen geliefert wurden, mit einigen Modifikationen ganz gut allen Species anpassen. Ich fasse mich daher in dieser Richtung so kurz als möglich und schliesse mich so weit thunlich an die Darstellung von Ecker an.

a) Untersuchung des Gehirns von oben.

Das Mormyrusgehirn ist ausgezeichnet durch eine auffallende Breite; es füllt mit Ausnahme eines kleinen Raumes nach vorne die Schädelkapsel vollständig aus und erinnert auf den ersten Anblick an das Gehirn eines Säugethiers, und zwar nicht nur durch die allgemeinen Umrisse, sondern namentlich durch die eigenthümlichen Windungen, die der eine seiner oberflächlichen Lappen an der oberen Convexität zeigt.

Es springen nämlich bei der Untersuchung von oben sofort 2 Lappen in die Augen, ein medialer und ein lateraler (äusserer und innerer, Ecker), oder wie man sie auch mit fast demselben Rechte bezeichnen kann, ein vorderer und ein hinterer. Die lobi anteriores nehmen nach hinten divergirend die posteriores zwischen sich auf, welche ihrerseits wiederum bei manchen Arten in gleicher Weise an ihrem hintern Ende auseinander weichen, um einen Einblick auf das in der Tiefe liegende Kleinhirn zu gestatten. Durch die Mitte beider läuft eine mehr oder weniger tiefe Furche, Sulcus longitudinalis medialis, ganz wie beim Säugethiergehirn, welche von der Stelle, wo die hintern Lappen zu divergiren sich anschicken, durch die ganze Länge des Gehirns nach vorne zieht. Etwa 2 Linien vor dem abgerundeten Ende der vorderen Lappen steigt sie in die Tiefe, um an der untern Gehirnfläche nach rückwärts gegen die Commissura transversa Halleri zu verlaufen.

Am Uebergang des ersten Drittheils des Sulcus longitud. medialis in das zweite sieht man jederseits eine schief von innen und vorn nach aussen und hinten sich erstreckende laterale Furche, — Sulcus longitudinalis lateralis, entspringen, die den lobus anterior von dem lobus posterior abgränzt. Diese ist in ihrer vorderen Hälfte lateralwärts, an ihrer innern medianwärts convex, durchgehend weniger tief, als die mediale; auch sie steigt zur Hirnbasis abwärts und lässt sich bis zu den beiden Seitenrändern des Cerebellum verfolgen.

Neben diesen, allen Gehirnen zukommenden und nie fehlenden Sulci treten bei verschiedenen Species noch verschiedene andere Furchen auf, die bei der Detail-Beschreibung Erwähnung finden sollen.

Am auffallendsten sind bei der Untersuchung von oben die schon angeführten Lappen, welche in der angedeuteten Weise zu beiden Seiten der mittleren Längsfurche liegen und bald die unterliegenden Gehirntheile, die sonst bei Fischen sichtbar sind, ganz überdecken, bald einzelne Partien derselben sehen lassen.

Könnten wir die Ansicht, welche Marcusen in seiner ersten Arbeit vertrat, dass nämlich diese Lappen den Hemi-

sphärenlappen der Säugethiere analog seien, adoptiren, so läge der Gedanke nahe, dass die Gehirne der ersten Art, bei denen die Lappen das Kleinhirn vollkommen decken, einer höher entwickelten Thierspecies angehören, wie wir dieses mit voller Berechtigung bei den Säugethieren annehmen; mögen wir aber mit A. Ecker in den sonderbaren Gebilden eine enorm entwickelte Vierhügelmasse oder mit Marcusen ein ganz besonderes Organ sehen, so können wir höchstens an ein Ueberwiegen derjenigen Gehirnfunktionen denken, denen dieses ohne Zweifel wesentliche Organ vorzustehen bestimmt ist. Die muthmassliche Qualität dieser haben wir unten eines Nähern zu erörtern.

Die beiden Lappen unterscheiden sich in ihrem äussern Ansehen dadurch von einander, dass der vordere eine glatte Oberfläche mit einzelnen mehr weniger ausgeprägten Furchen und dellenartigen Vertiefungen hat, während der hintere auf seiner ganzen Convexität eine beträchtliche Anzahl dicht an einander gereihter, nach gewissen Richtungen regelmässig verlaufender Leisten oder Erhabenheiten zeigt, die den Windungen des Säugethiergehirns nicht eben unähnlich, wenn auch bei weitem kleiner, regelmässiger und geradliniger sind. Der ungleich grössere Theil dieser Windungen, oder wie wir sie wohl besser nennen, „Leistchen“ verläuft von der Mittelfurche ziemlich quer gegen eine der Seitenfurchen hin. Der gewöhnliche Name „Markleistchen“ ist zu vermeiden, da die microscopische Untersuchung eine ganz eigenthümliche Zusammensetzung aus Stäbchen und Körnern ergibt. Jede Aenderung der Verlaufsrichtung ist jeweils durch eine Furche motivirt. Ein Blick auf irgend eine der Abbildungen zeigt dieses deutlich genug.

b. Untersuchung des Gehirns von unten.

Die Betrachtung der untern Gehirnfläche ergiebt etwa dieselben Bilder wie die Betrachtung der Hirnbasis anderer Teleostier. Die medulla oblongata, durch ganz allmähliche Anschwellung vom Rückenmark abgesetzt und mit leicht zu erkennenden Andeutungen von corpor. restiformia versehen, liegt

in einer Furche der untern Kleinhirnfläche und fällt namentlich durch die beträchtliche Breite ihres vorderen Endes in der Gegend der Commissura ansulata Gottsche auf. Sie zeigt eine mässig tiefe mediale Furche, welche von dieser Commissur beginnt und sich allmählich nach dem Rückenmark zu verflacht, so dass am eigentlichen Spiralmark kaum noch eine leise Andeutung derselben aufzufinden ist. Die Commissura ansulata selbst, das Analogon des Pons Varolii, läuft quer vor dem verlängerten Mark und hinter den untern Lappen und dem Körper der Vulva (Trigonum fissum) vorüber, welche wiederum in ihrer vordern Umrandung von der Commissura transversa Halleri eingerahmt werden. Beide Commissuren stellen Segmente eines Bogens dar, dessen Mittelpunkt bei ersterer vor, bei letzterer hinter dem Ende der Medulla liegt, und beide treten in Verbindung miteinander jederseits durch einen dünnen, zarten Faserstreifen, der von der Commissura ansulata zur transversa hinzieht. Zu den äussern Faserzügen der C. ansulata gesellen sich in ihrem Verlaufe noch massige Crura cerebri, welche von dem vorderen Ende der Medulla oblongata ausstrahlen. Nach vorn und aussen von der Haller'schen Commissur trifft man die lobi optici und das Chiasma nervorum opticorum, und wiederum vor diesem, in der Medianebene an einander stehend, die lobi hemisphärici (olfactorii) mit den von ihnen auslaufenden nervi olfactorii. Als Unterschiede zwischen den einzelnen Arten der Gattung Mormyrus, und Mormyrops, sowie dieser selbst von dem verwandten Petrocephalus und Phagrus sind Grössenverhältnisse der an der untern Fläche sichtbaren Theile zu erwähnen.

c) Grössenverhältnisse des Gehirns in Beziehung auf Schädel- und Körpergrösse.

Schon der erste Untersucher des Mormyrushirns hat auf diese Verhältnisse Bedacht genommen. Erdl giebt (Gel. Anz. d. K. bair. Akad. der Wissensch. 8. Septbr. 1846, Nr. 179 S. 403), die Länge des Gehirns von Mormyrus oxyrhynchus auf 1 Zoll 7 Linien, dessen Breite auf 1 Zoll 1 Linie und dessen Höhe auf 7 Linien an. Das ganze Thier mass vom ersten

Halswirbel bis zur Schwanzflosse 19 Zoll 6 Linien. Es verhielt sich also die Hirnlänge zur Rumpflänge wie 1,7: 19,6 also fast wie 1: 12; — die relativen Verhältnisse des Schädels sind leider nicht angegeben, obschon diese mindestens ebenso wichtig wären, wie die des Rumpfes.

Marcusen fand bei einem Mormyrus longipinnis folgende Maasse:

Gesammtlänge 24 Cm.	Hirnlänge 2,85 Cm.
Länge des Schädels 5,7 Cm.	Hirnbreite 1,55 Cm.
	Hirnhöhe 1, 2 Cm.

also verhielt sich die Hirnlänge zur Rumpflänge wie 2,8: 18,3 oder etwa wie 1: 7; die Länge des Hirns aber zu der des Schädels wie 2,8: 5,7 oder wie 1: 2.

Eine andere Vergleichung derselben Species ergab: Hirnlänge zur Schädellänge wie 3,6: 7,6, also ebenfalls annähernd wie 1: 2.

„Aus den angegebenen Zahlen sieht man, dass das Gehirn bei verschiedenen Mormyren eine Länge von $^1/_8$—$1^1/_{10}$ des ganzen Fisches hat.“ (Marcusen l. c. pag. 52.) Daneben aber sieht man auch, dass die Länge des Gehirns etwa halb so gross war, als die des Schädels.

Es erübrigt nun noch meine eigenen Messungsergebnisse anzuführen. Erdl und nach ihm Marcusen haben es unterlassen, die Resultate ihrer Messungen mit denen bei andern Fischen zu vergleichen. Dieses schien mir wichtig genug, um darüber Untersuchungen anzustellen, deren einige im Folgenden zusammengestellt sind.

Ich nenne Kopflänge den Längendurchmesser von der Oberkieferspitze bis zum vordern Rande des ersten Halswirbels, und Rumpflänge den Längendurchmesser von da bis zum äussersten Punkte der Schwanzflosse. Die andern Masse sind selbstverständlich. Alle Masse sind in Centimetern angegeben.

1. Squalus glaucus.

Schädellänge 9,2 Cm. Hirnlänge 3,0 Cm. Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 3.

2. Mustelus laevis.

Schädellänge 9,1 Cm. Hirnlänge 3,7 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge nicht ganz wie 1: 3.

3. Cyprinus barbus.

Rumpflänge 36,1 Cm. Schädellänge 10,1 Cm. Hirnlänge 2,1 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 5.

" " " " Rumpflänge fast wie 1: 18.

4. Cyprinus carpio.

Schädellänge 7,7 Cm. Hirnlänge 1,4 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 5.

5. Cyprinus nasus.

Schädellänge 5.5 Cm. Hirnlänge 1,5 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 4.

6. Esox lucius.

Schädellänge 11,7 Cm. Hirnlänge 1,8 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1 7.

7. Salmo salar.

Schädellänge 7,9 Cm. Hirnlänge 1,8 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 4.

Diese Beispiele mögen genügen, um eine ungefähre Anschauung von den relativen Verhältnissen zwischen Hirn und Schädel zu geben. Im Allgemeinen haben wir mehr kurzschnauzige Arten gewählt, um durch die Dimensionen des Kiefers den Werth der zu vergleichenden Zahlen nicht zu beeinträchtigen. Ueberblicken wir die gewonnenen Resultate, so ergiebt sich als Maximalwerth 1: 7 (Hecht) und als Minimalwerth 1: 3 (Hai); als Durchschnitt 1: 5 (Karpfen.)

Dabei scheint es uns am wichtigsten, dass die dem Mormyrus generell nächststehenden Cyprinusarten alle ein relatives Verhältniss zwischen Hirn und Schädel wie 1: 4: 5 ergeben, und man kann im Allgemeinen als Grundsatz aufstellen, dass bei allen Fischen — wenn man von den langschnauzigen Arten (z. B. Esox u. a.) absieht — die Hirnlänge etwa $^1/_4$ — $^1/_5$ der Schädellänge beträgt. Sehen wir nun, wie sich die Sache bei dem Nilhecht gestaltet. Hier konnten wir nur wenige Arten

vergleichen, deren Resultate aber ziemlich übereinstimmend sind mit denen von Marcusen.

1. Mormyrus oxyrhynchus.

Schädellänge 5,07 Cm. Hirnlänge 2,53 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 2.

2. Mormyrus elongatus.

Schädellänge 5,5 Cm. Hirnlänge 2,2 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 2,5.

3. Mormyrus longipinnis.

Schädellänge 5,9 Cm. Hirnlänge 2,9 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 2.

4. Mormyrus cyprinoides.

Schädellänge 2,4 Cm. Hirnlänge 1,3 Cm.

Verhältniss der Hirnlänge zur Schädellänge wie 1: 2.

Man sieht sehr leicht, dass die Verhältnisszahlen alle zwischen 1 : 2 : 2,5 liegen, und in den meisten Fällen das Gehirn die halbe Schädellänge hat. Es muss dieses um so auffallender erscheinen, da ja doch selbst bei Squalus, Mustelus und andern haiartigen Fischen das Verhältniss sich nur wie 1 : 3 gestaltet, obgleich diese ein relativ sehr in die Länge entwickeltes Hirn haben. — Ferner darf nicht übersehen werden, dass nicht das Vorhandensein des „besondern Organs“ allein diese abweichenden Verhältnisszahlen bedingt, wenn dasselbe auch in manchen Fällen die Veranlassung bilden mag, sondern dass die ganze Conformation des Gehirnes dazu beiträgt, indem ja auch bei Mormyrus cyprinoides, bei dem das besondere Organ die Hemisphärenlappen und das Kleinhirn nicht deckt, die Zahlen ungefähr dieselben bleiben. Und selbst wenn man bei den eigentlichen Mormyrusarten die vordern und hintern Lappen durch einen Horizontalschnitt entfernt, erreicht das Verhältniss zwischen Hirn und Schädel doch in keinem Falle auch nur 1 : 3.

B. Beschreibung des sogenannten besondern Organs.

I. Macroscopische Verhältnisse.

Die Betrachtung des Hirns in situ von oben zeigt das „besondere Organ“ in seiner grössten Ausdehnung. Beiderseits

der Mittelfurche liegen die 2 schon erwähnten Lappen, der äussere und innere, von denen ersterer mit einzelnen Furchen versehen, sonst aber vollkommen glatt, letzterer dagegen ausserdem mit reichlichen Windungen ausgestattet ist.

Schon Ecker hat (l. c. pag. 6.) gefunden, dass die beiden Lappen eigentlich nur einen einzigen ausmachen, der als hohler, halbmondförmiger Gehirntheil aufgefasst werden muss, dessen Aussenfläche glatt ist. Nimmt man an dem vordern die glatte Marklage weg, so erscheinen sofort ganz dieselben Leistchen, und umgekehrt kann man durch Entfernen dieser die Oberfläche des hintern Lappens vollkommen glätten.

Im einzelnen ergeben sich bei den verschiedenen Species einige weniger wichtige Differenzen namentlich in Beziehung auf die accidentellen Furchen, von denen bisher noch keine Rede war, sowie auf die relativen Grössenverhältnisse der Lappen.

1) Mormyrus elongatus. (Fig. 1.)

Das der Beschreibung zu Grunde gelegte Gehirn hat eine Länge von 22 Mm. und ist etwa das mittelst grosse von 7 Exemplaren, deren grösstes 25 Mm., deren kleinstes 18 Mm. misst. Die Länge des ersten Lappens von der vordern bis zur hintern Spitze (also schief) beträgt 17 Mm.; die des hintern in derselben Richtung 15 Mm. Ersterer zeigt 1—2 von aussen und hinten nach vorn und innen verlaufende Furchen 1 und 1^x, welche von der Hirnbasis emporsteigen und die lateralen Partieen umgreifend, ca. 3 Mm. von der medialen Längsfurche endigen. Die Furche 1 ist immer vorhanden und symmetrisch auf beiden Seiten, tiefer als die 4 Mm. weiter nach vorn verlaufende kürzere Furche 1^x, welche oft auf einer oder beiden Seiten fehlt. Sie ist das Analogon der von Ecker (l. c. Fig. 1) angedeuteten Seitenfurche bei Mormyrus Bané, und es lassen sich ihre Spuren bei allen Mormyrusarten nachweisen, so dass man sie wohl auch als ein dem Gehirn dieses Fisches wesentliches Attribut bezeichnen kann.

An der Spitze des lateralen Lappens sieht man eine seichte, dreieckige Grube x, welche sich nach dem äussern Rande zu abdacht und welche ebenfalls bei Mormyrus cyprinoides ange-

deutet ist. Von der Längsfurche, welche die beiden Seitenhälften scheidet, gehören 6 Mm. dem lateralen, 11 Mm. dem medialen Lappen an, ihre Gesammtlänge steht also um 5 Mm. hinter der grössten Länge des Gehirns zurück. Die genannte Furche 1 bleibt auch erhalten, wenn man durch Abtragen der oberflächlichen Marklagen den vordern Lappen dem hintern ähnlich macht, während 1^x in allen Fällen dadurch verschwindet. Führt man diese Manipulation aus, so treten, wie gesagt, an der Oberfläche des vordern Lappens Windungszüge auf, die denen des hintern Lappens ganz isomorph sind, doch im Allgemeinen eine andere Richtung haben. In der vorderen Hälfte nämlich ziehen sie nach vorn und innen, indem sie sich entweder direkt der Spitze des Lappens oder mit einer hakenförmigen Krümmung der medialen Längsfurche zuwenden. In der hintern Hälfte dagegen, wo die Abtragung der Oberfläche eine neue, von hinten und aussen nach vorn und innen gegen das andere Viertheil des Sulcus longitudinal. lateral. zu verlaufende Furche aufdeckt, nehmen sie mehr eine der Windungsrichtung der innern Lappen gleichlaufende Richtung an, nämlich nach hinten und innen.

Der innere Lappen zeigt eine grosse Gleichmässigkeit des Verlaufes der Markleisten. Diese ziehen nämlich mit schwach S förmiger (vorderer Theil) oder nach hinten convexer Krümmung (hinterer Theil) alle von dem lateralen Längsspalt zum medialen. Eine Trennungslinie zwischen beiden durch so verschiedenen Verlauf ausgezeichneten Abschnitten findet sich nur in seltenen Fällen und auch da nur andeutungsweise in Gestalt einer seichten, manchmal gabelig getheilten Furche, welche gegen das Ende der lateralen Längsfurche zu entsteht und medianwärts einspringt.

2) Mormyrus dorsalis. (Fig. 2.)

Das Gehirn dieser Art scheint durchweg grösser zu sein, als das der vorigen; das mittlere von 5 Exemplaren ist 24 Mm. lang und zeichnet sich namentlich in Beziehung auf die Furchen des vorderen Lappens durch manche Verschiedenheiten aus. Die Furche 1 (ich bezeichne in allen Fällen die sich ent-

sprechenden Gebilde mit denselben Buchstaben und Zahlen) verhält sich im Allgemeinen wie bei Mormyrus elongatus, nur übertrifft der auf der obern Fläche sichtbare Theil den der vorigen Art um das Doppelte an Länge; in einzelnen Fällen dagegen wendet sich die auch sonst tiefere Furche, anstatt in einer gewissen Entfernung von dem medialen Längsspalt zu endigen, mit einer scharfen nach vorn convexen Biegung rückwärts und erreicht hier die Spitze des innern Lappens, wie dieses in Fig. 2. angedeutet ist. Man könnte versucht sein, diese Verlaufsrichtung als eine ganz zufällige zu bezeichnen; allein ich finde sie bei einer grössern Anzahl der untersuchten Gehirne, und auffallender Weise immer auf der linken Seite, so dass ich schwer an eine Zufälligkeit glauben kann. Eine Andeutung der Furche 1x findet sich beiderseits, wie es scheint, constant. Manchmal gewinnt sie auf der einen oder andern bedeutend an Tiefe und Länge, so dass es den Anschein hat, als ob der äussere Lappen in 2 Abschnitte getheilt sei; auch ihr Ausgangspunkt wechselt in so fern, als sie, statt vor der Basis aufzusteigen, wie dieses die Regel ist, zur Seite der medialen Längsfurche und aus dieser auftauchen und allmählig seichter werdend, nach aussen und hinten verlaufen kann. Hier und da endlich lässt sich noch eine dritte, immer ganz kurze aber tiefe Furche constatiren, die ebenfalls seitlich aus dem Sulcus longitud. median. etwas vor dem Ende der Furche 1 entsteht und nach vorn und auswärts verläuft. Verfolgt man ihren äussern Rand nach hinten, so sieht man ihn in den innern des lateralen Lappens übergehen.

Der innere Lappen zeigt constant die auch bei Mormyrus elongatus meistens angedeutete Furche 2. Dieselbe entspringt wie bei diesem etwa an der Vereinigungsstelle des hintern und mittleren Drittheils der seitlichen Längsfurche und verläuft, niemals getheilt, ziemlich geradlinig oder schwach S förmig gegen das Ende des mittleren Längsspaltes. Sie scheidet die nach verschiedenen Richtungen verlaufenden Markleisten des innern Lappens in eine vordere und hintere Partie, von welcher erstere ziemlich direct von innen nach aussen, letztere mehr von vorn nach hinten und zum Theil nach aussen hinzieht.

Die Länge des äusseren Lappens beträgt 21 Mm., die

des innern 18 Mm.; davon kommen 6 auf den innern Rand des vordern, 15 auf den des hintern Lappens.

3) Mormyrus oxyrhynchus. (Fig. III., IV).

Diese Art zeichnet sich durch die Grösse des Gehirns vor allen bisher beschriebenen aus; das längste von 5 wohl conservirten Exemplaren misst 39 Mm., das kleinste 24 Mm. Dasjenige, welches der Beschreibung als Object dient, hat eine Länge von 35 Mm. Die Länge des Sulcus longitud. median. 29 Mm., 14 davon kommen auf die lobi anteriores, die übrigen 15 auf die lobi posteriores. Daraus ist leicht zu ersehen, dass auch in diesem Verhältnisse ein Unterschied gegenüber den andern Arten besteht, indem der Abschnitt der vorderen Lappen, welcher beiderseits den medialen Längsspalt begrenzt, von der Spitze bis zu der Stelle, wo die hinteren Lappen sich in den Winkel der vorderen einschieben, ein längerer ist, als der entsprechende der hinteren Lappen, fast ebensolang als dieser. Dieses Verhältniss ist begründet in einer eigenthümlichen Conformation der vorderen Lappen, welche mehr in die Länge entwickelt und spitzer sind, als bei den anderen Arten. Die Länge des vorderen Lappens beträgt denn auch in unserem Fall 23 Mm., die des hinteren 19 Mm. Das vordere Ende des ersteren ist einem besonderen Aufsatze nicht unähnlich, welcher sich am ehesten mit einem Giesskannenknorpel des Kehlkopfes vergleichen lässt. Er ist durch eine von der Basis nach oben verlaufende, nach vorn schwach convexe Furche 1 (Analogon der bisher so bezeichneten Furche) vollkommen von dem hinter dieser Furche liegenden grösseren Theile abgegrenzt und besitzt ausserdem noch eine, ebenfalls von der Basis aufsteigende, nach hinten convexe Furche, die seine Mitte kaum erreicht. Diese verwischt sich allmälig gegen die bei dieser Art besonders stark ausgeprägte dellenförmige Einsenkung des vorderen Lappens und darf wohl identisch mit der bisher mit 1^{x} bezeichneten Furche aufgefasst werden.

Die Furche 1 senkt sich in die Längsfurche ein, was bei keinem Gehirn der bisher angeführten Arten der Fall ist, wenn man von dem Befunde bei Mormyrus dorsalis abstrahirt,

wo deren Verlauf in manchen Fällen, aber sonderbarer Weise immer nur auf einer Seite, ein ähnlicher ist.

Die Abtheilung des vorderen Lappens, welche hinter der Furche 1 liegt, ist durch eine gabelig getheilte Furche 3 ausgezeichnet, welche von dem hinteren unteren Wirbel des vorderen Lappens entspringt und nach vor- und aufwärts verläuft und welche manchmal durch 2 kurze Furchen ersetzt wird.

Ausser den beschriebenen Furchen begegnet man da und dort einzelnen, wenig constanten furchenartigen, meist kurzen Streifen, die an der Oberfläche des Lappens selbst entstehen und endigen.

Der hintere Lappen zeigt die mehrfach angeführte Furche 2, welche genau an derselben Stelle entspringt, wie für die übrigen Gehirne angegeben wurde, und deren Verlauf ein ähnlicher ist, wie bei Mormyrus dorsalis. Nur zieht sie weniger geradlinig gegen die Endigung der medialen Längsfurche und giebt auch wohl einen oder den anderen Ast auf ihrem Wege ab, durch welchen sie manchmal in Verbindung tritt mit der medialen Längsfurche. Etwa 1,5 Mm. von ihrem Ursprunge entfernt und nur von der Seite aus sichtbar entspringt eine weitere, bogenförmig nach hinten und unten verlaufende, ebenfalls verästelte Furche 4, welche dieser Art und dem verwandten M. longipinnis allein zukommt. Sie erreicht den hinteren Rand der inneren Lappen nicht.

4) Mormyrus longipinnis. (Fig. 5.)

Das Gehirn dieser Art unterscheidet sich nur wenig von dem der vorigen, mit welcher dasselbe den langgestreckten Habitus der vorderen Lappen theilt. Die Furchen dieser Lappen verhalten sich fast genau, wie bei Mormyrus oxyrhynchus; dagegen endigt die Furche 1^x, welche im Allgemeinen länger ist und mehr horizontal verläuft, in einer weniger deutlich ausgeprägten Delle. Dieser Theil der vorderen Lappen ist vielmehr mit einer grubenartigen Impression versehen, deren Wände sich beiderseits nach der genannten Furche hin abdachen.

Die Furche 2 der innern Lappen richtet sich mehr direkt nach dem hintern Rande dieser Lappen, nicht nach der Endi-

gung des Sulc. longitud. medial. und giebt auf ihrem Verlaufe da und dort kurze, oft rücklaufende Aeste ab. Sie erreicht übrigens die hintern Ränder der innern Lappen nicht vollkommen. Ungefähr 1 Mm. weiter nach unten entspringt eine mehrfach gabelig getheilte Furche 4, durch welche die Oberfläche des Lappens gegen die Seitenfläche und Gehirnbasis hin in eine wechselnd gruppirte Anzahl inselförmiger Wülstchen getheilt wird. Sie lenkt im Allgemeinen nach kurzem Verlauf nach rückwärts (parallel mit 2) gegen den äussern und hintern Rand des innern Lappens ab.

Die Gesammtlänge des Hirns beträgt 26 Mm., die des Sulc. longitud. median. 24 Mm., die des vordern Lappens 20 Mm., die des hintern 15 Mm. Von den 24 Mm. des Sulc. longitudinal. kommen 13 Mm. auf den vordern, die übrigen 11 Mm. auf den hintern Lappen.

5. Mormyrus Bané. (Petrocephalus Bané.) (Fig. 7.)

Diese Gehirnart unterscheidet sich ganz auffallend von allen bisher erwähnten, nicht nur durch ihre Dimensionen, sondern auch durch den ganzen Habitus. Zwar sind es im Wesentlichen dieselben Elemente, welche wir bei den übrigen Arten gefunden haben, denen wir auch hier begegnen; nämlich ein vorderer, glatter, und ein hinterer, mit Leistchen besetzter Lappen; aber nach vorn ragen die Hemisphärenlappen und nach hinten das kleine Gehirn über die Ränder des besondern Organs in einem Grade hervor, wie dieses bei keiner andern Art der Fall ist. Darf man aus der Entwicklung eines Gehirntheils auf eine entsprechende Entwicklung derjenigen Funktionen schliessen, für die dieser Theil das materielle Substrat ist, so kann man nur sagen, dass in dieser Beziehung die Gattung Petrocephalus Marcusen's jedenfalls unter den Gattungen Mormyrops und Mormyrus steht. Die detaillirte Beschreibung des Gehirns ist bei Ecker (l. c.) nachzulesen, wir kommen hier nicht ausführlicher darauf zurück. Möge es nur erlaubt sein, indem wir einen kurzen Rückblick auf die Beschaffenheit des besondern Organs im Allgemeinen werfen, Einiges über die Stellung des Nilhechtes im zoologischen Sy-

steme anzuführen, namentlich zu untersuchen, inwiefern die zoologische Eintheilung Marcusen's sich mit Bezugnahme auf die Gehirne rechtfertigt.

Marcusen unterscheidet folgende Genera der Familie Mormyrus (l. c. pag. 107. 113. ff.):

I. Gen. Mormyrus.

Charakteristik (quoad cerebrum):

„Organon peculiare cerebri maxime evolu tum, lobis tribus".

Als Species zählen hierher:

1) M. oxyrhynchus Valenciennes. (M. Forskål.)
2) M. longipinnis Rüppell. (M. Casehive Hasselquist, M. Geoffroy, Valenciennes.)
3) M. Inbelini, Val. — bachiqua Val., longirostris Peters, Mucupe Pet. und Hasselquistii Geoffr. St. H.)
4) M. anguilloides Linné (Casehive Daubenton.)

II. Gen. Mormyrops.

Charakteristik:

„Organon peculiare cerebri lobis duobus ornatum".

1) Mps. labiatus J. Müller.
2) Mps. elongatus Rüppell. (Mormyrus elongatus.)
3) Mps. abbreviatus und macrolepidotus.

III. Gen. Phagrus.

Charakteristik:

„Organon peculiare cerebri lobis duobus ornatum".

Ph. dorsalis. (Mormyrus Bebé Lacepède, M. dorsalis Valenciennes, Kaschoué Sonnini.)

IV. Gen. Petrocephalus.

Charakteristik:

„Organon peculiare cerebri minime evolutum".

1) P. bané (Mormyrus bané Lacepède, M. cyprinoides Cuvier.)

2) P. Dequesne, de Joannis, Ehrenbergii, discorhynchus, Isidori, Bovei und pictus.

Als Stütze für die Berechtigung dieses Eintheilungsmodus liegt ein wichtiges Moment in der Beziehung der von oben sichtbaren Gehirntheile zu den Olfactoriuslappen und dem kleinen Gehirn.

Was zunächst die ersteren anlangt, so lässt sich als Regel annehmen, dass das besondere Organ bei der Gattung Mormyrus (sens. strict.) sich über dieselben nach vorne erstreckt, während es bei Mormyrops und Phagrus so weit als diese nach vorne ragt und endlich bei Petrocephalus von den Hemisphärenlappen überragt wird. So werden denn diese bei Petrocephalus bané fast in ihrer Totalität nach Entfernung des vordern Fettlagers aus dem Schädel sofort sichtbar, bei den andern Gattungen dagegen können sie nur von der Seite aus erblickt werden.

Aehnliche Verhältnisse ergeben sich für das kleine Gehirn. Auch in Beziehung auf dieses ist es die Gattung Mormyrus, welche das besondere Organ in einer höhern Entwicklungsstufe zeigt, als die Gattungen Mormyrops, Phagrus und Petrocephalus. Die relativ bedeutende Entwicklung der innern Lappen und deren Ausdehnung namentlich nach hinten zu lässt die Betrachtung des Kleinhirns von oben für die kleineren Mormyrus-Arten nicht zu, bei den Gattungen Mormyrops und Phagrus dagegen ist ein kleiner dreieckiger Ausschnitt zwischen den hintern Rändern der innern Lappen vorhanden, welcher einen Theil der Mitte des Cerebellum, bei einzelnen Arten (Mormyrops elongatus Rüpp.) auch der Seitenflügel sofort erkennen lässt. Indem der Winkel, den die innern Ränder des besondern Organs bei ihrem Auseinanderweichen bilden, sich mehr öffnet, nimmt die Dimension des zu überblickenden Stückes zu, und ist dasselbe bei Petrocephalus bané fast in seiner ganzen Ausdehnung mit Ausnahme der vordern Partieen sichtbar.

Fassen wir die Entwicklungsstufen des besondern Organes also übersichtlich zusammen mit Berücksichtigung des zoologischen Systemes, so ordnen sich die einzelnen Genera im Anschluss an dieses folgendermassen.

1) Gen. Petrocephalus:

Das besondere Organ ist am wenigsten entwickelt; es lässt nach vorne die Hemisphärenlappen, nach hinten das kleine Gehirn und einen Theil der Medulla oblongata erblicken. Die Länge des besondern Organs ist ein Bruchtheil der ganzen Hirnlänge.

2) Gen. Phagrus und Mormyrops.

Das besondere Organ ist bedeutend mächtiger entwickelt, die mittlere Längsfurche stellt fast die Gesammtlänge des Gehirns dar; die Olfactoriuslappen sind von oben nicht sichtbar, weil gerade so weit nach vorne ragend, als das besondere Organ; vom Kleinhirn sieht man einen kleinen Theil durch eine dreieckige Spalte des innern Lappens. Grosse Aehnlichkeit mit dem Säugethierhirn.

3) Gen. Mormyrus.

Das besondere Organ ist am bedeutendsten entwickelt, länger als das übrige Gehirn und überragt dieses nach vorne und hinten. Olfactoriuslappen und Cerebellum von oben nicht sichtbar. —

Die Abtheilung der vordern Lappen in 2 Partieen und die Aufstellung eines vordern, mittleren und hintern Lappens am besondern Organ können wir nicht annehmen, weil wir die Analogie der Furchen, durch deren Verlängerung diese scheinbare Theilung sich vollzieht, bei allen Gehirnen nachgewiesen haben und uns die oben bezeichnete Trennungsfurche 1 zwischen Marcusen's vorderem und mittlerem Lappen nicht gleichwerthig scheint mit dem Sulcus longitudinalis lateralis. —

Die Betrachtung des besagten Organs von der Seite ergiebt kaum mehr, als dasjenige, was wir bereits angeführt haben, indem wir anticipirend die Furchen und Windungen

über die Seitenflächen weg nach der Basis verfolgten, um dort ihren Ursprung und Verlauf zu studiren. Einiges wird sich auch bei der im zweiten Theile folgenden Beschreibung der Durchschnitte naturgemäss anreihen.

Die Untersuchung des besondern Organs von unten ist nicht wohl möglich ohne die eigentlichen Hirntheile abzutragen. Man sieht auf der untern Fläche, wenn dieses geschehen ist, gewissermassen die Abdrücke der im natürlichen Zustande unten liegenden Gehirntheile. Im Grossen unterscheidet man dieselben Lappen wie an der obern Fläche, nur wird das Bild complicirter dadurch, dass eine Anzahl Furchen, deren Endigung an der oberen Fläche wir beschrieben haben, vor diesen untern Fläche entspringen und so eine Gruppe inselförmiger Wülste und Lappen gebildet wird, die auf den ersten Blick überrascht und ganz andere Bildungen vorspiegelt, als eine nähere Untersuchung nachweist.

Der vordere Lappen ist, soweit er sich über die lobi olfactorii legt, concav und besitzt drei constante Furchen, nämlich eine mittlere, welche die Fortsetzung des Sulc. longitudinal. medial. ist und, wie es scheint, immer noch vor der Mitte endigt, und zwei seitliche Furchen, welche gegen das hintere Ende des Vorderlappens (in der Gegend der Wurzel des besondern Organs) entspringend ziemlich parallel unter sich und mit der Mittelfurche nach vorne laufen, ohne den vordern Rand zu erreichen. Sie sind sehr tief. Nach hinten und aussen von ihnen entpringen die an der obern Fläche sichtbar werdenden Furchen 1 und 1^{x}.

Auch die seitliche Längsfurche ist sichtbar. Denkt man sich die Peripherie des Hirns kreisrund und die Wurzel des besagten Organs als Centrum, so sind alle Furchen, die an der untern Fläche entspringen und endigen, Radien des Kreises.

Die hintere Hälfte des Vorderlappens (z. Thl. Marcusen's mittlerer Lappen) ist ebenfalls, aber schwächer concav zur Aufnahme der Opticuslappen. Die hintern Lappen endlich, von denen natürlich nur ein kleinerer Theil von unten sichtbar ist, stehen fast senkrecht im Gegensatz zu den horizontalen vordern und zeigen eine starke Convexität, wodurch ihre untere Fläche

ein muschelartiges Ansehen erhält. Diese Concavität derselben ist zur Aufnahme des Cerebellums und seiner Flügel bestimmt.

Freiburg, im Februar 1867.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Gehirn von Mormyrus (Mormyrops) elongatus 2fach natürliche Grösse. Die Bezeichnungen siehe im Text.

Fig. 2. Gehirn von Mormyrus (Phagrus) dornalis 2fach vergrössert.

Fig. 3 u. 4. Gehirn von Mormyrus oxyrhynchus. Fig. 3 von oben, Fig 4. im Profil. 2fach vergrössert.

Fig. 5 u. 6. Gehirn von Mormyrus longipinnis. Fig. 5 von oben, Fig. 6 von unten.

Fig. 7. Gehirn von Mormyrus (Petrocephalus) bané. Mit Benutzung der Abbildung in A. Ecker's Abhandlung nach der Natur gezeichnet: viermal vergrössert.

Die herrschenden Krankheiten Südafrika's.

Von

Dr. Gustav Fritsch,
Assistent am anatomischen Museum zu Berlin.

Beim Reisen in aussereuropäischen Ländern ist kein Stand so günstig gestellt, als der des Arztes. Ueberall ist sein Kommen erwünscht, er kann sich leicht seine Umgebung verpflichten und gilt vielfach selbst unter den wildesten Völkern als sacrosanctus.

Besonders bedeutend erscheint das Ansehen des Arztes in Südafrica, und daher fühlte ich mich schon aus Rücksichten der Klugheit veranlasst, bei einer dreijährigen wissenschaftlichen Reise in dem erwähnten Lande stets meinen Stand aufrecht zu erhalten und mich nach Kräften als Arzt nützlich zu machen. Fehlt es den bei dieser Thätigkeit gemachten Beobachtungen auch an jener Vollständigkeit und Gründlichkeit, wie man sie in europäischen Verhältnissen zu verlangen berechtigt ist, so glaube ich doch mit Rücksicht auf die obwaltenden Schwierigkeiten, ja Unmöglichkeiten, einige Nachsicht darin beanspruchen zu dürfen, und will mich lieber solchem Vorwurf aussetzen, als practische Notizen, welche Manchem doch wichtig erscheinen dürften, gänzlich fallen lassen.

Die betreffenden Landstriche liegen uns wegen der Erweiterung des cosmopolitischen Verkehrs und Verbesserung der Verkehrsmittel nicht mehr so fern wie früher, wesshalb sie ein grösseres Interesse zu erwecken anfangen. Zunächst wird das Cap selbst, d. h. Cape Town und Umgebung auch in medizinischen Kreisen in neuerer Zeit öfters genannt und empfohlen

als Heilstation besonders bei Tuberculose. Diese Empfehlung wird nur verständlich durch Annahme einer Ungenauigkeit in der Bezeichnung, indem nämlich vielfach der Ausdruck Cap gebraucht wird für die ganze Colonie, häufig sogar für Süd-Afrika überhaupt, während die klimatischen Verhältnisse der einzelnen Landstriche so wie die herrschenden Krankheiten durchaus verschieden sind.

Das Klima des Kap selbst, sowie des südwestlichen Theiles der Colonie unterscheidet sich von den östlichen und nordöstlichen Gebieten schon dadurch, dass die Hauptregen gerade entgegengesetzt fallen, d. h. dass man am Cap die Regenzeit in den Wintermonaten hat, während in den anderen Gebieten die Gewitterregen des Sommers vorherschen.

Dadurch allein wird das Klima und der Einfluss desselben auf den Gesundheitszustand ein wesentlich anderer.

Der Sommer ist trocken und nur selten fallen leichte Regen bei Südwest oder Nordwest, der herrschende Wind dieser Jahreszeit ist aber die polare Luftströmung, auftretend als Süd oder Südost. Die Südostwinde wehen oft 8 bis 14 Tage ununterbrochen mit grosser Heftigkeit, während in den kurzen Pausen zwischen den stürmischen Perioden das Wetter meist drückend schwül ist. Im Winter treten Nordwest-Stürme auf als aequatoriale Strömung, welche die Südostwinde des Sommers zuweilen an Heftigkeit noch übertreffen, selten ist die Luft für eine längere Zeit ruhig, so dass der portugiesische Name Cabo tormentoso für diesen Platz sehr bezeichnend erscheint.

Dass ein so wechselndes, stürmisches Wetter keinen günstigen Einfluss auf Lungenkranke ausüben kann, erscheint begreiflich, und ich habe auch in der That derartige Kranke stark unter den Witterungsverhältnissen leiden sehen. Auffallender Weise belästigt indessen der kalte, trockene Südost nicht so bedeutend, als die entgegengesetzten Luftströmungen. Trotz des dichten, Alles durchdringenden Staubes bei diesem Winde fühlen sich die Kranken leichter und husten nicht so viel.

Der Gesundheitszustand der Capstadt bessert sich überhaupt so auffallend beim Eintreten des Südost, das die Einwohner ihn den Cap-Doctor zu nennen pflegen.

Der Südwestwind, welcher über einen Pass zwischen dem

Tafelberg und dem benachbarten Löwenkopf, die Kloof, herabkommt und daher Kloofwind genannt wird, ist dagegen allgemein gefürchtet, weil er häufig Krankheiten im Gefolge hat. Dieser feuchte Seewind, welcher dem Gefühl nicht unangenehm ist, wirkt erschlaffend auf den Organismus, die Schleimhäute der Respirationswege injiciren sich stärker mit Blut und werden reizbarer; daher die üble Einwirkung auf Lungenkranke so wie die Prädisposition zu Erkältungen, deren Folgen sich besonders in der Form von Angina tonsillaris äussern.

Indem diese Krankheit bekanntlich gern Recidive macht, so findet man sie beim Eintreten des genannten Windes epidemisch besonders unter dem weiblichen Theil der Bevölkerung verbreitet, welche in der Zeit kaum gegen Abend das Haus zu verlassen wagen; selten zeigen sich indessen üblere Erscheinungen dabei, die Affection tritt nur ausnahmsweise in der diphterithischen Form auf, so dass die Zustände mehr lästig als gefährlich sind.

Auch andere Erkältungskrankheiten sind häufig, unter welchen acute und chronische Rheumatismen den ersten Rang einnehmen.

Diese treten öfters auf in einer eigenthümlichen Form, welche von den Leuten als die „Zinkings“ bezeichnet wird; man versteht darunter chronische Kopf-Rheumatismen, welche in der That ein Zusammensinken des ganzen Körpers zur Folge haben, indem der heftige in längeren oder kürzeren Zwischenräumen wiederkehrende Kopfschmerz die Kranken ausserordentlich erschöpft und oft für lange Zeit unfähig macht zu jeder Beschäftigung. Besonders leiden sie durch die Stürme, welche überhaupt die Ursache dieser Affection zu sein scheinen, da die starke durch sie bewirkte Abkühlung leicht eine Erkältung des Kopfes veranlassen kann, wenn man vielleicht stark erhitzt, sich plöztlich dem kalten Luftzug auszusetzen gezwungen ist.

Bei anderen rheumatischen Leiden liegt der Hauptgrund dafür wohl in den plötzlichen Temperatursprüngen, welche zumal beim Anbruch der Nacht auffallend sind und dem Unvorsichtigen leicht Schaden zufügen können. Um sich dagegen zu schützen, ist das Tragen von Flanellhemden oder wenigstens

baumwollener Leibwäsche dringend geboten, leinene Sachen kühlen zu stark und machen den Körper empfindlich gegen die Kälte. Zumal Europäer, welche in einem anscheinend so milden Klima in gewohnter Weise leben zu können glauben, werden öfters von Rheumatismen befallen, welche am Cap ebenfalls häufig Herzleiden nach sich ziehen.

Wenigstens bilden die durch solche Affection veranlassten Endocarditiden und secundären Klappenfehler einen bedeutenden Procentsatz der vorkommenden Herzkrankheiten, obgleich dadurch die auffallende Häufigkeit der letzteren noch nicht vollständig erklärt wird.

So betrug, um ein Beispiel anzuführen, im Jahre 1862 von 30 Todesfällen in der englischen Garnison die Zahl der an Herzkrankheiten gestorbenen 9, also 30 %.

Von dieser enormen Zahl kamen die meisten allerdings auf Klappenfehler und Aneurismen der Aorta, es fanden sich aber auch darunter einzelne Herzabscesse, welche zum Durchbruch führten, so wie ein merkwürdiger Fall von Arteriitis am Truncus Aortae mit dem Ausgang in Ruptur.

Dieser Letztere, von welchem ich das frische Präparat zu sehen und abzuzeichnen Gelegenheit hatte, dürfte seiner Seltenheit wegen von einigem Interesse sein, und ich will daher etwas ausführlicher darauf eingehen.

Das Präparat rührte her von einem 26 Jahr alten Soldaten der Garnison, welcher in den $2^1/_6$ Jahren seines Aufenthaltes am Cap mehrfach wegen eines chronischen Geschwürs am Bein in Behandlung gewesen war, das er zeitweise künstlich an der Heilung verhinderte.

Derselbe starb, wegen einer neuen unbedeutenden Ulceraton an der Wange aufgenommen, plötzlich unter den Erscheinungen der inneren Blutung.

Bei der Section zeigte sich eine Ruptur des Truncus Aortae mit Bluterguss nach dem Pericard., die Natur derselben war aber eine durchaus ungewöhnliche, indem atheromatöse Processe damit Nichts zu thun hatten; von einer derartigen Degeneration fanden sich nur leichte Spuren oberhalb der Klappen, als weissliche Fleckchen, welche sich kaum durch das Gefühl bemerken liessen.

Dagegen war der Truncus Aortae auf seiner rechten Seite in der Ausdehnung von $1^1/_2''$ stark geschwellt und zu flachen Knoten degenerirt von grau gelblichem durchscheinendem Ansehen und der Consistenz eines Gumma, so dass der Dickendurchmesser der Aorta stellenweise einen halben Zoll erreichte.

Die zwischen den Knoten befindlichen Theile waren stark injicirt und theils livide gefärbt, theils von einer purpurnen Röthung, welche sich fleckweise bis gegen die Curvatur ausdehnte.

Im Centrum dieser Parthie zeigte sich eine Höhlung von einem halben Zoll Durchmesser, die in einer dreispaltigen Oeffnung nach dem Lumen des Gefässes führte, während die äusseren Bedeckungen in Fetzen gerissen waren und sich nach aussen über die noch theilweise verdickten, scharf abgesetzten Ränder zurückschlagen liessen; in der Umgebung dieser Höhlung war die Adventitia in geringer Ausdehnung von der Muscularis getrennt.

Auf dem Pericard. fanden sich hier und da leichte Auflagerungen einer Pseudomembran von anscheinend neuem Datum, die sich leicht abstreifen liessen.

Das Herz selbst erschien etwas vergrössert, aber sonst waren keine wesentliche Veränderungen zu bemerken.

Die Grösse, Ausdehnung und Consistenz der Anschwellungen an der Aorta, die livide Röthung, welche stellenweise deutliche Vascularisation erkennen liess, führen zu der Annahme, dass der krankhafte Process schon eine längere Zeit bestand, und es lag demgemäss eine chronische Arteriitis vor mit dem Ausgang in Massenannahme, wie sie Rokitansky[1]) sehr hübsch beschrieben hat.

Die Stellung der Höhlung zwischen den Knoten, die Figuration, die Beschaffenheit der Bänder und das ganze Ansehen berechtigen zu der Vermuthung, dass im Verlauf des Processes in einer der Anschwellungen eine Absessbildung eingetreten ist, dass der Eiter nach dem Lumen des Gefässes durchgebrochen ist, und der nun eindringende Blutstrom die äussere von der Adventitia gebildete Bedeckung gesprengt hat.

In wie weit die frische, jedenfalls nur leichte Pericarditis

1) Pathologische Anatomie p. 299.

an dem Verlauf der Affection betheiligt war, lässt sich nicht nachweisen, am wahrscheinlichsten ist es wohl anzunehmen, dass die am Truncus Aortae bestehende chronische Entzündung bei der eingetretenen Exacerbation das Pericard. in Mitleidenschaft zog, da der Patient nie über die Brust klagte, und auch sonstige allgemeine Krankheitserscheinungen nicht vorhanden waren.

Die Ursachen der Affection müssen wohl gesucht werden in den chronischen Eiterungsprocessen, so wie in der individuellen Neigung zu Ulcerationen, welche sich durch die verschiedenen vorhergegangenen Leiden documentirte.

Andere Gründe liessen sich wenigstens nicht nachweisen; der Patient war in den 5 Jahren, welche er diente, nie wegen Syphilis in Behandlung gewesen und hatte auch sonst keine Quecksilberpräparate genommen.

Der dirigirende Arzt des Militairhospitals Doctor Black war sehr bereit mir über den vorliegenden Fall Auskunft zu ertheilen, so weit er es vermochte, auch stellte er mir die übrigen vorhandenen Kranken vor, welche indessen wenig Bemerkenswerthes darboten.

Ein Hauptcontingent bildete die Syphilis, die in der Capstadt wie überhaupt in Seestädten sehr verbreitet ist.

Die Behandlung war durchgehends ohne Quecksilber, durch Entziehungskuren unter Anwendung des Zittmann'schen Decoctes; der Erfolg derselben wurde als sehr erfreulich dargestellt.

Affectionen des Darmkanals sind am Cap nur im geringen Grade verbreitet.

Einzelne Fälle von Abdominaltyphus kommen vor wie an anderen Orten auch, ohne eine besondere Bedeutung zu gewinnen.

Die Cholera hat diese Gegend noch nie heimgesucht.

Die mannigfachen, wohlfeilen Früchte, welche die Umgebung der Stadt liefert, werden in grossen Quantitäten von der Bevölkerung ohne nachtheilige Folgen genossen, ausser der kleinen, gewöhnlich Nectarinie genannten Aprikose. Diese sehr angenehm schmeckende Frucht hat um den Kern verholzte Gefässbündel, welche theilweise das Fleisch durchziehen und daher mitgegessen werden müssen.

Diese harten unverdaulichen Fasern wirken bei grösserer Anhäufung reizend auf den Darmkanal und rufen häufig leichte Entzündungen des Rectums hervor, mit schmerzhaftem Tenesmus.

Derartige Affectionen treten zur Zeit der Reife der genannten Frucht häufig epidemisch unter der Bevölkerung auf, doch ist der Verlauf in der Regel ein gutartiger und wendet sich bei einiger Vorsicht ohne energische Eingriffe zur Genesung.

In dem grossen neuen Krankenhause des Ortes, dem Somerset-Hospital, waren ebenfalls keine Fälle von besonderem Interesse oder localem Charakter, welcher dagegen den auf der naheliegenden Insel Robben-Island befindlichen Spitälern durchgehends aufgeprägt ist.

Dort werden alle Kranken, deren Affection als Lepra bezeichnet wird, hingesandt, da man es aber mit der Diagnose nicht sehr genau nimmt, finden sich mannichfache dyscrasische Hautkrankheiten darunter; ausserdem aber internirt man dort alle als „Lunatics“ bezeichnete Personen, um sie auf der kleinen, leicht zu übersehenden Insel mit geringer Mühe und Kosten überwachen zu können.

Die wichtigsten Bemerkungen über die Lepra, welche ich auf dieser Insel zu machen Gelegenheit hatte, sind bereits durch Herrn Prof. Virchow in seinem Archiv 1865 veröffentlicht worden, und ich brauche daher nicht weiter darauf einzugehen.

Bei vielen der dortigen Patienten finden sich als Complication Augenkrankheiten, welche einen abweichenden Charakter von denen des Inlandes tragen.

Sie treten nämlich am Cap öfters in der Form der Retinitis auf, woran das grelle blendende Licht, zurückgeworfen von der See und den weissen Landflächen des Ufers, viel Schuld tragen mag.

Diese Verhältnisse sind sehr beschränkt in ihrer Localität wie überhaupt das ganze capsche Klima. Sowie man einige Meilen in das Land hineinkommt, verschwindet der maritime Charakter, indem bei der grossen Trockenheit, welche gewöhn-

lich herrscht, der Seewind hier schneller als sonst seine Feuchtigkeit verliert.

Ausserdem ist die Lebensweise der Colonisten oder Boeren, wie sie in Südafrika heissen, eine so wesentlich andere als die der Küstenbewohner, dass auch deshalb die herrschenden Krankheiten sich ändern.

Endlich variirt die Erhebung über den Meeresspiegel sehr bedeutend, indem das Land terrassenförmig ansteigt und grosse Gebiete des Innern, wie die Freistaaten, Hochplateaus darstellen, deren durchschnittliche Erhebung über 4000 Fuss beträgt.

Auf diese drei Momente lassen sich im Wesentlichen die grossen Unterschiede zurückführen, welche man in Bezug auf den Gesundheitszustand der Bewohner in den einzelnen Gebieten findet.

Die schwereren Formen der Rheumatismen werden mit dem Aufhören des Seeklimas seltener; die starken Temperaturdifferenzen zwischen Sonne und Schatten, Tag und Nacht schaden wegen der Trockenheit der Luft nicht so leicht, der Wechsel der Jahreszeiten ist ein sehr geringer, fast unmerklicher, so dass das Klima dieser Inlandgebiete ein mildes, gleichmässiges genannt zu werden verdient.

Der Einfluss eines solchen Klimas auf Mensch und Thier ist als ein einschläfernder zu bezeichnen; bei dem Fehlen der natürlichen äusseren Reize, wie sie in anderen Gegenden auf den Organismus einwirken, tritt allmählig ein Sinken der vitalen Energie ein; der Körper entwickelt sich voll und anscheinend kräftig, aber es fehlt an Willenskraft und Anspannung. Träge und langsam schleppen sich die oft colossalen Gestalten der Boeren dahin, und nur unter besonderen Verhältnissen, wie auf der Jagd oder im Kriege, steigt die Energie zuweilen durch die Aufregung für kurze Zeit auf die normale Höhe.

Die Erschlaffung des Organismus hat begreiflicher Weise Störungen des Allgemeinbefindens im Gefolge, welche sich bei der unverständigen Lebensweise und dem Fehlen jeder geistigen Anregung allmählig zu wirklichen Krankheiten steigern können. Der Boer des Inlandes nährt sich fast ausschliesslich von Fleisch und Milch, es giebt Gegenden, wo Brod nur in den Häusern der Reicheren gefunden wird, von Gemüsen isst

man gewöhnlich nur Kürbisbrei, Kaffekorn (Holcus Sorghum), Reis und eine Art kleiner Bohnen.

Bewegungen macht sich der Boer, zumal in vorgerückten Jahren, wenig oder gar nicht; hat er ausserhalb des Hauses in mässiger Entfernung nach dem Vieh zu sehen oder dergleichen, so geschieht dies meistens zu Pferde; den kleinen Garten, wenn er einen solchen hält, besorgen die farbigen Diener, der Herr steht gewöhnlich nur dabei, einen langen Stock in der Hand, und sieht zum Rechten.

Als eine directe Folge der einförmigen, reizlosen Kost und trägen Lebensweise treten Hämorrhoidaleiden ein, „Aanbeijen“ genannt, die sehr verbreitet sind und bei der Schlaffheit der Organismen mit anderweitigen Venenerweiterungen einhergehen; der Boer bezieht alles Mögliche auf dieses Grundübel und spricht daher auch von Hämorrhoiden im Kopfe, in der Brust u. s. w.

Ein anderer Symptomcomplex, über welchen häufig geklagt wird, ist die „Benaauwdheid“, worunter bei Männern Asthma, Schwindel, bei Frauen hysterische Leiden verstanden werden; ferner wiederum rheumatische Leiden, die allgemein als „Zinkings“ bezeichnet werden, obgleich, wie oben erwähnt, dieser Ausdruck sich eigentlich nur auf Kopfrheumatismen bezieht.

In Folge der mannigfachen Schädlichkeiten, denen sich die Leute bei ihrem wilden, halb civilisirten Leben aussetzen müssen, treten zuweilen auch andere Krankheiten, wie Nephritis, Pleuritis oder Pneumonien auf, doch die Zahl solcher Fälle ist sehr niedrig und würde gewiss in Europa unter gleichen Verhältnissen vielleicht die doppelte sein.

Ist der Boer frei von den erwähnten Leiden, so hat er gewiss irgendwo „Stiche“, was eine sehr häufige Klage ist, ohne dass derselben eine bestimmte Krankheit zu Grunde liegt.

Beliebige Affectionen, welche mit fieberhafter Erregung einhergehen, werden als „Koorts-Zickte“ bezeichnet. Krampfanfälle, welche besonders unter den Kindern zahlreich vorkommen und häufig durch Wurmreiz veranlasst werden, fasst man ebenfalls als eine besondere Krankheit auf und belegt sie mit dem Namen „Stuipe“.

Endlich spielt in Südafrika wie in dem grössten Theile

der übrigen Welt für alle Störungen des Allgemeinbefindens, welche sonst keine plausible Erklärung zulassen, die „Verkoutheid“ (Erkältung) eine grosse Rolle, und scheint das Bewusstsein, sich einer derartigen Schädlichkeit ausgesetzt zu haben, auf den afrikanischen Boer dieselbe Beruhigung auszuüben, wie auf den Europäer.

Von ernstlichen Krankheiten ist unter den Bewohnern des Innern keine mehr gefürchtet, als die Angina diphtheritica, Witzeerkeel genannt, und zwar mit Recht; denn eine starke Epidemie, wie sie öfter vorkommt, decimirt die Kinder eines Ortes oft in entsetzlicher Weise. Sie beschränkt sich aber nicht auf die jüngeren Altersklassen, sondern während in Europa doch nur ausnahmsweise erwachsene Personen von dieser Krankheit befallen werden, sollen in Südafrika ganz gewöhnlicher Weise auch Individuen im vorgerückten Alter daran leiden.

Ich habe im April 1864 nach einem jähen Witterungswechsel in Bloemfontein (Orange-Freistaat) eine solche Epidemie entstehen sehen und mit durchgemacht, während deren eine Anzahl Kinder an ausgesprochener Diphtheritis starben und Anginen auch unter Erwachsenen stark verbreitet waren.

Viele Individuen im Alter von 20—30 Jahren wurden bezeichnet als ebenfalls von Witzeerkeel befallen, doch alle, die ich selbst gesehen habe, zeigten das Bild nicht deutlich genug, um mit positiver Gewissheit diese Diagnose stellen zu können.

Allerdings erschienen weissliche Plaques auf der gerötheten Schleimhaut, aber diese wurden stets sofort mit Argentum nitricum touchirt und das Bild dadurch getrübt. Keine dieser Personen ist, soviel mir bekannt, an dem Uebel gestorben.

Abgesehen von weisslichen Schleimbelägen, welche gewiss häufig genug für diphtheritische Membranen angesehen werden, scheint bei den dortigen Anginen leicht ein stellenweises Abstossen von oberflächlichen Theilen der Schleimhaut und dadurch die Bildung wunder Stellen vorzukommen, ohne dass die Bekleidung des Rachens und der Tonsillen in wirklichen diphtheritischen Zerfall überginge. Es fehlte bei den älteren Indivuduen, die ich gesehen habe, immer der scharfe, ätzende Ausfluss aus der Nase, welcher die Krankheit zu begleiten pflegt.

Nach Angabe der im Orte längere Zeit Praktisirenden da-

gegen kommen ausgesprochene und tödtlich verlaufende Fälle von Witzeerkeel unter den angeführten höheren Altersklassen öfters vor, worüber ich bei dem Fehlen eigener Erfahrungen nichts weiter mittheilen kann, doch möchte ich glauben, dass die Häufigkeit der Affection bei älteren Personen sehr übertrieben wird.

Auffallender Weise ist diese Krankheit besonders auf den Hochplateaus des Orange-Freistaates verbreitet, eine Gegend, welche sonst als sehr gesund bezeichnet werden kann, so dass es fast scheint, als trüge die dünne, beim Eintritt des Winters zuweilen empfindlich schneidende Luft zur Beförderung des Uebels bei; in solcher Zeit pflegt wenigstens die Witzeerkeel gern auszubrechen.

In den genannten Gegenden fehlen aber dafür die verderblichen Krankheiten der Küstengebiete, sowie der Niederungen weiter nördlich fast vollständig, und auch die Tuberculose ist unter Einheimischen unbekannt.

Ich habe nur Personen, welche schon in vorgerückten Stadien aus Europa herübergekommen waren, daran sterben sehen, während sich andere, bei denen die Krankheit noch nicht so weit vorgeschritten war, ausgezeichnet befanden.

Ein Herr aus England, der seiner Gesundheit wegen den Freistaat zum Aufenthalt wählte, lebte gegen 2 Jahre in Bloemfontein und befand sich dabei verhältnissmässig wohl, obgleich die Lungen sehr angegriffen waren; indessen wurden ihm die localen Verhältnisse so lästig, dass er nach Natal hinunterging, woselbst er binnen 4 Wochen dem alsbald rapide fortschreitenden Uebel erlag.

Es lässt sich kaum bezweifeln, dass die Hochebenen von Südafrika eine der besten Heilstationen für Tuberculöse sind, und man müsste sie in dieser Hinsicht dringend empfehlen, wenn nicht leider anderweitige Hinderungsgründe vorlägen. Es sind wenige Menschen nämlich im Stande, für längere Zeit der gewohnten Geselligkeit und allen den kleinen Annehmlichkeiten des Lebens zu entsagen, welche der Aufenthalt in einem völlig civilisirten Lande möglich macht. Hat die Civilisation im Freistaate in letzter Zeit auch bedeutende Fortschritte ge-

macht, so ist man doch immer noch weit genug zurück, um den Unterschied von europäischen Verhältnissen einem verwöhnten Menschen sehr empfindlich erscheinen zu lassen, und der Nutzen des Klimas könnte so leicht illusorisch werden durch die eintretende Depression des Gemüthes. Jemandem, der sich mit geringen Bequemlichkeiten zu behelfen weiss und nicht allzuviel Gesellschaft zur Unterhaltung braucht, kann man die hochgelegenen Inlandstädte Süd-Afrika's dreist empfehlen, wenn er in Gefahr ist der Tuberculosis zu verfallen.

Ein so mildes, gleichmässiges Klima wie in den bei ihrer höheren Lage kühleren Landesstrichen des Innern herrscht, scheint verbunden, mit der bequemen Lebensweise der Leute einen anregenden, befördernden Einfluss auf die Geschlechtsfunctionen auszuüben und die Familien der Colonisten sind daher meist sehr zahlreich, wie schon Lichtenstein in seiner Reisebeschreibung mehrfach speciell angeführt hat.

Die Bevölkerung vermehrt sich sehr stark, doch leidet die Gesundheit der Frauen dabei wesentliche Einbusse.

Obgleich sie in Afrika im Allgemeinen leicht gebären und kaum ein regelmässiges Wochenbett abhalten, so bleiben doch in Folge der zahlreichen Geburten bei der geringen Pflege häufig Uterusaffectionen, Dislocationen, chronische Infarkte sowie hysterische Leiden zurück. Auch wenn nicht ausgesprochene Krankheiten auftreten, altern die Frauen wenigstens sehr schnell und sterben verhältnissmässig jung. Der Unterschied der durchschnittlichen Lebensdauer der beiden Geschlechter ist so gross, dass es als etwas ganz Natürliches erscheint, wenn der Mann 2 oder 3 Frauen, so zu sagen „verbraucht", während nur höchst selten eine Frau mehrmals verheirathet ist.

Hierbei mag allerdings der Umstand Viel beitragen, dass die Mädchen in der Regel sehr jung heirathen, nachdem der eben erst entwickelte Körper kaum Zeit gehabt hat sich zu consolidiren, und ausserdem wiederum die Lebensweise, welche noch träger und einförmiger ist, als die des Mannes.

Kaum dass sich die Hausfrau etwas um die Wirthschaft oder die Kinder kümmert, das farbige Gesinde vollführt dies fast allein, sie besorgt hauptsächlich den Cafe, ein Lieblingsge-

tränk der Boeren, welcher in vielen Familien den ganzen Tag über bereit gehalten wird, und lässt sich, sobald dieser eingenommen ist, wieder auf ihren Lieblingssessel in irgend einer Ecke nieder, auf dem sie häufig Stunden unthätig vor sich hin starrt.

In vielen Häusern pflegt zur besseren Verdauung der fetten Nahrung der Genever ein beliebtes Getränk zu sein, und es erscheint nicht wunderbar, dass durch das Zusammenwirken dieser Umstände auch Leberkrankheiten sich herausbilden. Besonders häufig tritt die fettige Degeneration ein, woran ein grosser Theil der ältern Leute unter hydropischen Erscheinungen zu Grunde geht; die Bauchwassersucht, „de buikwater“ der Boeren gilt demgemäss beinahe als ein naturgemässes Symptom des vorgerückten Alters, worüber man sich kaum verwundern dürfe.

Grössere Beachtung findet die acute Leberentzündung, deren sporadisches Vorkommen in Süd-Afrika ausser Zweifel ist; leider ist mir nie ein Fall derselben unter die Hände gekommen, und ich kann darüber nur nach dem Hörensagen urtheilen.

Die Affection scheint häufiger bei Frauen als bei Männern zu sein, sie tritt ein unter starken Fiebererscheinungen, die Lebergegend ist auf Druck empfindlich, und, wie behauptet wird, treten regelmässig stechende Schmerzen in der rechten Schulter auf. Icterus war nicht beobachtet worden.

Die Krankheit nimmt wohl meist innerhalb der ersten Tage einen tödtlichen Ausgang durch Steigerung des Fiebers. Für die Behandlung wurde besonders Calomel mit Opium in starken Dosen empfohlen.

Nach Lichtenstein's Angabe ist die Dysenterie, eine der verbreitetsten und gefährlichsten Krankheiten in Süd-Afrika, auch wesentlich eine Leberentzündung, und würde sich also hier anschliessen; da dieselbe aber hauptsächlich in den wärmeren Theilen des Landes auftritt, will ich sie mit in dem entsprechenden Abschnitt weiter unten behandeln.

Schwere, acut verlaufende Krankheiten wie die ebengenannte, entziehen sich in den dünn bevölkerten, weitläuftigen Gebieten des Innern dem Auge des Arztes wegen der grossen Indolenz der Leute, welche zunächst abwarten, ob die Natur

nicht selbst hilft, und dann sich erst aufs Quacksalbern legen.

Bevor der Doctor gerufen wird, sind meistens schon sämmtliche Mittel der Hausapotheke nach einander, oder was auch häufig genug ist, zu gleicher Zeit probirt worden, und die Krankheit ist unterdessen vielleicht schon in ihr letztes Stadium getreten.

Wohl in keinem Lande ist der Unfug mit Patentmedicinen so arg als in Süd-Afrika; nicht nur in den Apotheken, sondern in jedem beliebigen Laden im Lande werden für theures Geld unter den hochtrabendsten Namen eine ganze Reihe von Arcanis verkauft, welche nur zum kleinsten Theil dem Laien zu empfehlen sind. Meistens sind es gewisse Excitantia oder Drastica, die den wunderbaren Heilmitteln zu Grunde liegen, letztere zuweilen in entsetzlicher Zusammenstellung und Dosis. Doch dies behagt dem Boer gerade, er will für sein Geld etwas sehen und fühlen.

Wenn die Pille ihn so recht im Leibe zwickt, und er für 24 Stunden sich nicht zu lassen weiss, dann lobt er die Medicamente und ist mit dem Doctor zufrieden, die gelinden Mittel finden nicht seinen Beifall.

Wird ihm etwas in flüssiger Form verschrieben, so muss es eine hüsch grosse Flasche voll sein, für eine kleine will er Nichts bezahlen. Der Arzt, welcher seinen Vortheil versteht, giebt daher ein Mittel, welches bei uns als Tropfen in einer Unzenflasche gegeben werden würde, mit 24 ℥ Wasser vermischt und lässt es gläserweise trinken; dann berechnet er nach dem Gewicht den Preis, und der Boer bezahlt gern, weil er viel für sein Geld bekommen hat.

Doctor und Apotheker vereinigen sich in der Regel in einer Person; jeder Arzt des Inlandes bereitet und verkauft die von ihm selbst verschriebenen Mittel, worin sein Hauptverdienst besteht.

Für eine Consultation, eine Untersuchung sowie die Besuche wollen die Leute nicht gern bezahlen, und man ist daher gezwungen es durch die Arzneien zu erreichen; die natürliche

Folge ist aber, dass die Patienten mit Medizinen überhäuft wurden, um die Rechnungen gewichtiger zu machen.

Mir ist der Fall vorgekommen, dass einer Frau, welche an einem Herzfehler litt, drei verschiedene Tropfen verschrieben wurden, die in bestimmtem Verhältniss gemischt und mit einem Glase aus einer vierten 32 ℥ haltenden Flasche genommen wurden sollten. Die Rechnung dafür würde sich etwa so stellen: 1 Flasche von 32 ℥ à Sh. = 32 Sh; 3 Flaschen von je 2 ℥ à Sh. 5 = Sh. 15 macht für Medicin £ 2 Sh. 7.

Folgt die Berechnung der Besuche etc., wobei der Doctor ausserhalb seines Wohnortes im Allgemeinen £ 1 ansetzt für jede Stunde, die er von seinem Standquartier entfernt ist.

Was nun die werthen Collegen selbst anbetrifft, welche die Praxis in dieser Weise ausüben und in der That durch die Verhältnisse des Landes auszuüben gezwungen sind, so lässt sich über dieselben im Ganzen kein Urtheil fällen, da sie zu verschiedenen Klassen angehören.

Die tüchtigsten Doctoren sind daselbst wie in der ganzen Welt deutsche Aerzte, unter welchen ich mehrere von bedeutender wissenschaftlicher Bildung kennen gelernt habe. Sie sind auch am Meisten beliebt, und die schwache Opposition, welche an manchen Orten durch die englische Partei dagegen versucht wird, leidet gewöhnlich baldigst Schiffbruch.

Solche Collegen sind aber als Rarae aves zu bezeichnen, die gewöhnliche Sorte der im Inlande Practisirenden besteht aus gewesenen Apothekern, Chirurgen, Barbieren und ähnlichen Herren von grösserer oder geringerer Gefährlichkeit für das Publicum.

An diese schliessen sich die Missionäre und andere in ihrem Fache vielleicht recht gebildete Leute an, welche mit einem oberflächlichen Buche über Pathologie und Therapie in der Hand, gewöhnlich „Graham's Domestic Medicine", sich alles Ernstes für Aerzte halten und mit der grössten Kaltblütigkeit die gefährlichsten Mittel verschreiben, ohne im Stande zu sein eine Diagnose zu stellen.

Die chirurgische Praxis ist ziemlich gering; einfache Brüche, die häufig genug vorkommen, curiren die Leute meist selbst,

zu anderen grössern Operationen verstehen sie sich nicht gern, ausser zu der Exstirpation von Geschwülsten.

Der Boer hat eine entsetzliche Furcht vor dem Krebs, der für eine sehr häufige Affection gilt, was sich einfach erklären lässt.

Ein Mann, der eine beliebige Hauthypertrophie, eine Warze oder ein Lipom hat, kommt zufällig zum nächsten Doctor, welcher das Gewächs sieht und schleunigst als „Kanker" bezeichnet, mit der dringenden Ermahnung es ausschneiden zu lassen.

Der durch das Wort Kanker erschreckte Bauer, welcher sonst gewiss nicht daran gedacht hätte, sich unter das Messer zn liefern, giebt sofort seine Einwilligung, und die Operation wird vollzogen.

Der Patient ist froh seinen vermeintlichen Krebs los zu sein, und der Herr Doctor seine Goldstücke einziehen zu können, das nie vorhanden gewesene Carcinom kann auch natürlich nicht wieder kommen, so dass sich der Ruf des Operateurs durch die glückliche Heilung nur noch höher steigert. Probatum est!

Ich bin überzeugt, dass nicht der dritte Theil der als Kanker exstirpirten Geschwülste krebsartiger Natur ist; dass man ein Microscop zur Entscheidung über die Beschaffenheit anwenden müsse, erscheint ebenso überflüssig wie unvortheilhaft. In Süd-Afrika ist jedes Gewächs, welches sich herausschneiden lässt, Krebs, und jeder Krebs muss herausgeschnitten werden, eine zwar etwas simpele, aber für den Geldbeutel des Operateurs sehr wohlthuende Logik.

Alles in Allem betrachtet, ist der Freistaat mit den vereinzelten schweren Fällen sowie den häufigen leichten Krankheitsformen, bedingt durch unverständige Lebensweise, unzweifelhaft als ein bemerkenswerth gesunder Landstrich zu bezeichnen, und erscheint besonders so im Vergleich mit den nach dem Zambesi zu abfallenden nördlichen Gebieten, sowie den östlichen sich nach der Küste zu senkenden Strichen, bekannt als die Colonie von Natal.

Dort hat das Klima den ausgesprochenen subtropischen

Charakter, welcher in den tiefsten, mehr nördlich gelegenen Theilen schon in den rein tropischen übergeht und daher auch die tropischen Krankheiten wenigstens in ihren Anfängen mit sich bringt. Es giebt Enthusiasten genug, welche dieses Land, bestochen durch das wirklich reizende Ansehen der Küstenstriche, sowie durch seine Ertragsfähigkeit, auch in Bezug auf seine klimatischen Verhältnisse bis über die Wolken erheben; der aufmerksame Beobachter kann sich indessen von den Schattenseiten leic überzeugen.

Zu den wesentlich tropischen Krankheiten gehört der Sonnenstich, welcher am Cap noch so gut wie unbekannt ist, in Natal aber keineswegs zu den ungewöhnlichen Vorkommnissen zählt.

Er befällt auffallender Weise nicht so häufig Personen, welche sich längere Zeit einer heftigen Insolation ausgesetzt haben, als vielmehr solche, welche einen plötzlichen Wechsel zu erdulden veranlasst waren.

So ist es öfters vorgekommen, dass Leute aus ihren kühlen Arbeitszimmern herauseilten, um mit vorübergehenden Bekannten ein paar Worte zu wechseln, und obgleich sie vielleicht nur für wenige Minuten von den Strahlen getroffen worden, doch den Sonnenstich davontrugen.

Der Verlauf der Krankheit bietet in Natal keine wesentlichen Verschiedenheiten und es ist daher kein Grund hier weiter darauf einzugehen; es sei nur noch eines Volksmittels zu Verhütung der Krankheit gedacht, welches ein grosses Vertrauen geniesst. Die Leute stecken nämlich unter ihre Kopfbedeckung ein breites, frisches Blatt, am liebsten ein Kohlblatt, und glauben so die schädliche Einwirkung der Sonnenstrahlen abhalten zu können, eine Ansicht, welche jedenfalls nicht als ganz irrationell zu bezeichnen ist.

Eine eigenthümliche Affection, welche die Bewohner von Natal sehr belästigt, sind die wegen ihres localen Vorkommens nach dem Lande selbst benannten „Natal Sores“. Diese Geschwüre stellen eine Mittelform dar zwischen dem Furunkel und Karbunkel, indem der Habitus mehr dem ersteren, der Verlauf mehr dem letzteren entspricht.

Der Beginn ist wie bei einem gewöhnlichen Furunkel, es zeigt sich aber ein lebhaft erethischer Charakter, und der necrotische Bindegewebspfropf setzt sich schon bald zu Anfang als weissliche Stelle deutlich im Centrum der entstehenden Geschwulst ab.

Diese steigt allmählig bis zur Grösse einer Wallnuss und arüber, zeigt eine lebhafte purpurne Röthung, die sich auch der Umgebung mittheilt, und veranlasst durch die Spannung heftige Schmerzen.

Die Eiterung tritt nur langsam und spärlich ein, indem das necrotische Bindegewebe des Centrums zerfällt, und so Eitergänge durch die Geschwulst gebildet werden. Der Verlauf ist von verschiedener Dauer und zieht sich gewöhnlich für einen Monat hin, während welcher Zeit der Patient wegen der lebhaften Schmerzen an einer regelmässigen Thätigkeit gehindert ist.

Dies ist zumal der Fall, wenn die Affection wie öfters mehrfach am Körper auftritt, nach Art einer richtigen Furunculosis, indem neue Geschwüre sich ausbilden, während die alten heilen.

Der Sitz ist meistens an den Extremitäten, auf den Schultern oder im Nacken.

Die zurückbleibende Narbe ist von livider Färbung, mehr weniger hypertrophisch mit verdickter, schuppiger Epidermis.

Die volksthümliche Behandlung wird von verschiedenen Gesichtspunkten aus begonnen; die eine Partei empfiehlt eine gute, üppige Lebensweise, Trinken von starken Bieren, Porter u. s. w. und örtlich Auflegen von Ricinusblättern, die andere eine blande, entziehende Diät bei örtlicher Behandlung mit kaltem Wasser. Die Berichte über die Resultate der verschiedenen Kurmethoden sind wechselnd, und es erscheint nicht unmöglich, dass beide gerechtfertigt sind bei verständiger Berücksichtigung der Constitution.

Ein atonisches, blutarmes Individuum dürfte sich unter der ersten Methode besser befinden und schneller genesen, als unter der zweiten, während diese für ein gut genährtes, vollblütiges Individuum vorzuziehen sein möchte, da sonst leicht die

Affection einen stark inflammatorischen Charakter annehmen könnte. Oertlich wäre wohl frühzeitiges kreuzförmiges Spalten der Geschwulst, Auflegen von Causticis zur Einleitung einer productiven Eiterung und nachherige Anwendung von Kataplasmen das Geeignetste.

Ueber die Ursachen der Affection ist Nichts bekannt; ob die kleine Pustel, welche zuerst die Aufmerksamkeit auf sich zieht, eine besondere Entstehung hat, vermögen die Patienten nicht anzugeben, da sie sich nicht von so vielen ähnlichen, die unbeachtet vorübergehen, äusserlich unterscheidet. Viele behaupten, dass Reste der Mundtheile von Zecken, wie sie in Natal so häufig sind und Mensch und Thier sehr belästigen, die eigentliche Ursache sind; doch habe ich mehrfach solche Natal-Sores gesehen, wo die Personen mit Bestimmtheit verneinten, dass sie an der Stelle von solchen Thieren gebissen worden wären.

Gewisse Species der Ixoden, von denen besonders eine kleine weissliche Art, Tampan genannt, wegen ihres schmerzhaften Bisses berüchtigt ist, heften sich nicht fest, und sind also nicht so sicher zu bemerken, aber dass diese nicht solche Geschwüre verursachen, sondern nur kleine, schwer heilende Wunden zurücklassen, habe ich selbst oft genug zu beobachten Gelegenheit gehabt.

In Bezug auf Massenhaftigkeit der Parasiten aller Art übertrifft Natal sämmtliche andere civilisirte Gebiete Süd-Afrikas.

Dazu stellen die Entozoen ein grosses Contingent, unter welchen wiederum die Cestoden den ersten Rang einnehmen.

Weshalb gerade in Natal der Bandwurm eine so verbreitete Krankheit ist, erscheint zweifelhaft, da rohes Fleisch und Schinken dort zu Lande wenig oder gar nicht genossen wird. In der Colonie sowohl, wie in den Freistaaten wird viel sogenannter Biltong gegessen, d. h. rohes mit etwas Salz besprenkeltes und so an der Luft getrocknetes Fleisch von Ochsen oder von Wild, aber doch sind Bandwürmer daselbst nicht so häufig wie in dem oben erwähnten Lande. Die Cestoden des Freistaates, welche ich gesehen habe, waren Taenien, in Natal ist mir Nichts davon zu Händen gekommen; ich möchte aber

annehmen, dass ein Botriocephalus vorherrschend sei, und die Vergiftung durch Rindfleisch geschieht. Dies wäre wenigstens eine Möglichkeit, während man sonst zu Erklärungen seine Zuflucht nehmen müsste, welche von der gewöhnlichen Verbreitungsweise vollständig abweichen. Die Einwohner selbst behaupten, sie inficirten sich durch Wasser, wofür allerdings die Thatsache spräche, dass Frauen so auffallend viel häufiger afficirt sind, als die Männer, welche letztere in Natal sowohl als in den Städten der Colonie schlechte Wassertrinker abgeben. Wie die Scolices indessen in das Wasser gelangen sollen, darüber ist keine Behauptung aufgestellt.

Bemerkenswerth ist noch die ausserordentliche Zähigkeit der südafrikanischen Bandwürmer gegen unsere gewöhnlichen Specifica; zuweilen werden die stärksten Dosen Kousso, gefolgt von Dec. Cort. Granat., genommen, ohne dass der vollständige Abgang des Wurmes erfolgt; die Kousso scheint durch den langen, überseeischen Transport die Kraft sehr zu verlieren.

Aus diesem Grunde wenden sich die Leute vielfältig anderen Mitteln zu, welche das Land selbst bietet; von diesen ist keins so berühmt als ein kleines Rhizom von rundlicher Gestalt wie die Kartoffel, aber nur etwa von der Grösse einer Haselnuss; die Pflanzen, die ich gesehen habe, waren anscheinend sehr jung und sahen eben aufgegangenen Fichten ähnlich, eine nähere Bestimmung war natürlich nicht möglich, ich vermuthe, dass die Pflanze zu den Stellaten gehört; sie wächst vorzugsweise auf Brachen. Die Knollen werden zu einem Brei angemacht, und davon ein halbes Wasserglas genommen; die Berichte über die Wirksamkeit des Mittels lauteten verschieden.

Von anderen Entozoen sind die Distomen noch zu erwähnen, auf welche sich die Aufmerksamkeit erst seit einiger Zeit gerichtet hat. Es handelt sich dabei um das Distoma haematobium der Harnblase, welches an einzelnen Orten massenhaft vorzukommen scheint. Alle die Fälle, von denen ich gehört habe, stammten aus der östlichen Provinz und besonders aus der Umgegend von Grahamstown.

Die Anwesenheit der Parasiten charakterisirte sich durch

Schmerzen in der Blase und Blutharnen; befallen waren davon hauptsächlich Kinder, unter welchen die Affection stellenweise epidemisch auftrat; so wurde in einer Schule constatirt, dass der grössere Theil der Knaben damit behaftet war. Das Vorkommen dieser Distoma ist indessen ein sehr locales; denn aus anderen Gegenden fehlen irgend welche Andeutungen davon, und der Verlauf scheint in der Regel ein viel gutartigerer zu sein, als in Nord-Afrika, indem die Erscheinungen sich in der Regel wieder verlieren, ohne dass weitere ernste Folgen eintraten, als Schwächezustände und eine andauernde Reizbarkeit der Blase. Einen tödtlichen Ausgang hat die Affection, soweit mir bekannt ist, in keinem Falle gehabt.

Natal gehört zu den Gebieten Süd-Afrikas, in denen die Gewitterschauer des Sommers die Hauptregenzeit ausmachen, und es ist reicher daran, als die meisten anderen. Unter dem Einflusse der regelmässigen, gewöhnlich Nachmittags um 3 Uhr eintretenden Regenschauer erhebt sich die Vegetation in den Niederungen in üppigster Weise und bildet prächtige lianenbehangene Urwälder, welche das Auge durch ihre fast tropische Ueppigkeit erfreuen, aber unter der dichten Pflanzendecke entwickelt sich auch die Malaria in den feuchten Thälern und übt ihre schädliche Wirkung auf Mensch und Thier aus. Tritt dieselbe in der Regel auch nicht in den verderblichen Formen auf, wie in den Tropen, so giebt es in ungesunden Jahren doch einzelne Fälle, welche so nahe an wirkliches gelbes Fieber streifen, dass das Vorkommen dieser Krankheit in Natal von Vielen behauptet wird.

Ich habe Gelegenheit gehabt im Jahre 1864 auf einer Farm des Littorale im October mehrere solcher Fälle zu sehen, und zwar an Eingeborenen, die also doch gegen herrschende Malaria abgehärtet zu sein pflegen.

Drei Zulu-Kaffern waren beim Pflügen auf einem trocken gelegten Platze plötzlich von der Krankheit befallen worden, und hatten sich von der Arbeit entfernen müssen. Ich sah sie am zweiten Tage, zu welcher Zeit sie trotz der dunkelen Haut eine deutliche icterische Färbung zeigten. Die Conjunctiva war injicirt und ebenfalls leicht gelblich gefärbt, welches

letztere Symptom mir von einem erfahrenen Mann, der als Aufseher auf der Farm fungirte, als das erste Merkmal der beginnenden Krankheit bezeichnet wurde; die Schleimhaut des Mundes war schwach geröthet, die Zunge mit starkem Schleimbelag bedeckt, der keine gelbliche Farbe zeigte.

Bei dem einen Individuum von etwa 17 Jahren, welches am Stärksten afficirt war, zeigte sich die Leber leicht angeschwollen und war bei Berührung schmerzhaft; Vergrösserung der Milz war nicht nachweisbar; Respiration normal: Puls 120, dabei klein und hart. Das Sensorium schien eingenommen zu sein, doch ist es schwer, sich bei der natürlichen Indolenz und Stupidität der Eingeborenen ein sicheres Urtheil darüber zu bilden. Vier Tage darauf kam ich wieder auf die Farm, und fand zwei der Patienten unter Gebrauch von starken ableitenden Mitteln ziemlich munter, der am schwersten Erkrankte hatte sich geweigert diese Mittel zu nehmen, und war immer noch in einem sehr leidenden Zustand. Seine Physiognomie drückte starke schmerzhafte Empfindungen aus, die Haut war noch ebenso icterisch, die Leber nicht zurückgegangen, der Puls noch 112. Die schwächende Wirkung des Fiebers war an seinem in der kurzen Zeit stark verfallenen Körper deutlich sichtbar. Später hörte ich von einem Collegen, welcher ihn besucht hatte, dass er sich zur Besserung neigte, ich selbst habe ihn nicht wieder gesehen und vermag nichts Bestimmtes anzugeben.

Ueber Urinbeschwerden wurde nicht geklagt, den Harn direct zu untersuchen war mir leider unmöglich, da trotz meiner dringenden Bitte die Leute sich nicht dazu verstanden hatten, ihn aufzubewahren.

Es erscheint dieser Punkt besonders wichtig, da nach den Angaben eines Mannes, der durch langjährige Erfahrungen über diese Krankheiten wohl als Autorität anzusehen ist, die Affection der Blase und Nieren eine der Hauptunterschiede des gelben Fiebers von gewönlichen Malariafiebern abgiebt; es ist dies Dr. Lawson, Inspector general of Hospitals in Diensten der englischen Regierung, welcher 25 Jahre in den Colonien verweilt und während der Zeit die schwersten gelben Fieber-Epidemien in Jamaka und Sierra Leone durchgemacht hat.

Nach seiner Angabe stellt sich am dritten oder vierten Tage eine Affection der Blase ein, welche sich durch das Erscheinen von Blasenepithelien im Urin charakterisirt; darauf, etwa am fünften Tage, bildet sich starke Albuminurie aus, die Blasenepithelien verschwinden und es finden slch statt dessen solche aus den Nieren; der Eiweissgehalt soll sich zuweilen so steigern, dass die ganze Menge des Urins beim Erhitzen coagulirt.

Die erwähnten Fälle verliefen gutartig, aber oft genug tritt schon innerhalb der ersten Tage der Tod ein, wenn die Symptome heftig sind. Wegen des häufig dabei erscheinenden Jcterus wird die Krankheit von Laien gern ohne Weiteres als gelbes Fieber bezeichnet, doch ist das Erbrechen von schwärzlichen Massen, so wie die Affection des uropoetischen Systems so viel mir bekannt ist, nie mit Sicherheit nachgewiesen worden. Solche acute Fieber durch Malariavergiftung kommen unter Weissen und, wie das Beispiel zeigt, auch unter Eingeborenen in Natal keineswegs selten vor, die absolute Zahl variirt aber sehr in den verschiedenen Jahren; während es in gesunden Jahren nur vereinzelte Fälle sind, welche sich der öffentlichen Aufmerksamkeit vielleicht gänzlich entziehen, wächst in ungesunden die Zahl bedeutend an.

Es treten alsdann auch Epidemien von chronischen Malariafiebern auf, welche gewöhnlich einen remittirenden Typus zeigen. Zuweilen sind die Anfälle nur schwach ausgesprochen, das Fieber sehr gering, Appetitlosigkeit, allgemeines Sinken der Kräfte und Abspannung des Nervensystems sind dann die hervorstechendsten Symptome, als sogenanntes Low-Fever der englischen Colonisten, eine gefürchtete Krankheitsform, welche sich zeitweise auch über die östlichen Provinzen der Colonie verbreitet.

Trotz dieser zeitweisen Epidemien wäre es Unrecht, Natal als ein eigentliches Fieberland zu bezeichnen; dafür ist die Krankheit doch zu untergeordnet und verhältnissmässig gutartig. Dies erscheint so zumal bei Vergleichungen mit den um wenige Grade weiter nördlichen Gebieten zwischen der Delagabay und dem Quathlambagebirge längs des ganzen unteren Laufes des Limpopoflusses, welcher in diese Bay mündet. In den

daselbst befindlichen Niederungen ist die Malaria äusserst verderblich, und es sind ihr vielfach Reisende zum Opfer gefallen, wie z. B. im Jahre 1808 eine ganze Expedition unter Dr. Cowan und Capitain Donovan, von der kein einziger Theilnehmer dem Tode entging. Aber auch die dortigen Eingebornen scheinen die Einwirkungen dieses Giftes zu spüren; denn die Stämme der Delagorabay, die Amatongas, stehen an kräftiger Entwickelung weit zurück hinter den Amaswasi's und Sulu's, den Bewohnern der benachbarten gesünderen Gegenden des Süden uud Südwesten.

Dieser Streifen ungesunden Landes zieht sich hinein bis in die sogenannte Transvaal Republik, Gebiete, welche zur Zeit schon unter der Botmässigkeit dcr Boeren stehen, wenn auch zur Behauptung noch häufig Kämpfe mit den Nachbarstämmen geführt werden. Solche Kämpfe verhinderten mich im Jahre 1865 an der Ausführung des Planes durch diese Länder nach Natal hinunterzugehen, und ich konnte daher die gerade daselbst herrschende Fieberepidemie nicht selbst in Augenschein nehmen. Es starben damals von den Farmern so wie den Bewohnern des nördlichsten Städtchens Leidenburg eine Anzahl an der genannten Krankheit, indessen ein grosser Theil der Bevölkerung wenigsteus krank darniederlag; doch war das genannte Jahr gerade ein sehr ungesundes, zu anderen Zeiten ist auch dort der Aufenthalt ungefährlich.

Ich befand mich damals ungefähr unter gleicher geographischer Breite in dem mehr landeinwärts gelegenen Betschuanengebiet, ohne von der Krankheit etwas zn leiden, da die trockenen etwas hoch gelegenen Landstriche an den Gränzen der Kalahariwüste keinen günstigen Boden für die Malaria abgeben.

Ueberhaupt sind die Sumpffieber viel localere Erscheinungen, als man in Europa gewöhnlich anzunehmen geneigt ist; selbst in ausgesprochenen Malariagegenden kann man ungestraft verweilen, wenn der Wechsel des Bodens die Möglichkeit gewährt, sich in hochgelegene, trockene Localitäten zurückzuziehen. So ist z. B. nach der Aussage John Moffats, eines bei den Matebele's nördlich vom Limpopo lebenden Missionärs, mit dem

ich zu verkehren Gelegenheit hatte, diese Gegend, obwohl ein unzweifelhaftes Fieberland, doch bewohnbar, weil sie theilweise gebirgig ist und so die Möglichkeit gewährt, der Malaria auszuweichen. Im Gegentheil ist das Gebiet der Makololo's und besonders die Hauptstadt derselben Linyanti an den Ufern des Tschobbe, welcher Ort von Livingstone thörichterweise als Sitz einer Missionsstation empfohlen wurde, als unbewohnbar für Europäer zu bezeichnen, da es durchweg sumpfige Niederungen sind; die dort hingebrachten Missionäre sind auch sämmtlich bis auf einen gestorben, der Fall ist aber nicht ganz beweisend, weil die Leute noch vor der eigentlichen Fieberzeit unter Symptomen erkrankten, welche mehr für eine Vergiftung sprachen. Die Malaria würde indessen kaum weniger grausam gewesen sein, als die Eingeborenen, nach anderen unzweifelhaften Fällen zu urtheilen, unter welchen eine andere Mission Livingstone's am Zambesi bei ähnlichen Verhältnissen besonders eclatant ist. Dort soll allerdings die Möglichkeit gewesen sein, die Station auf einem erhöhten Terrain anzulegen, aus Unverstand wurde aber die Niederung vorgezogen, und die Folge davon war, dass in der ungesunden Jahreszeit Fieber und Dysenterie den grössten Theil der Bewohner dahinrafften, und den Rest zwangen, den Ort zu verlassen.

Die Epoche der Sumpffieber beginnt mit dem Eintreten der frühen Regen, Ende August oder Anfang September, zu welcher Zeit sich am Morgen über den Gewässern ein weisser Nebel einstellt, der beim Vorrücken der Jahreszeit einen grossen Theil des Tages über stehen bleibt. Das Erscheinen solcher Dünste betrachten die Eingeborenen als das Warnungszeichen für alle nicht in der Gegend Aufgewachsenen, diese Localitäten zu verlassen und höher gelegene Landstriche aufzusuchen, da kein Fremder ungestraft dem sich nun entwickelnden Malariagift zu trotzen pflegt.

Die Mitte der Regenzeit, wenn das Wasser überall hoch steht, ist ebenso gesund als der Winter, die trockene Jahreszeit, ein deutlicher Beweis, dass nicht die ausgedehnten Ueberschwemmungen als solche das Fieber erzeugen, sondern die Fäulniss der frisch inundirten Substanzen, ebenso wie die

48*

Blosslegung derselben beim Aufhören der Regenzeit neue Epidemien entstehen lässt. Daraus geht hervor, dass wenn der Reisende im Stande ist, den Ort schnell zu wechseln, und ihm die Wahl der Jahreszeiten frei steht, er ohne Gefahr auch sehr ungesunde Gegenden passiren kann, aber ohne solche Vorsicht wird er mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen können, die Bekanntschaft des Sumpffiebers zu machen.

Die andere Hauptkrankheit des innern Süd-Afrika's, die Dysenterie, ist in ihrem Vorkommen gar nicht beschränkt, und da man die Schädlichkeiten, welche ihre Entstehung befördern, kaum vermeiden kann, ist man nirgends ganz sicher vor ihr. Lichtenstein sah sie ganz iu der Nähe des Cap selbst unter dem holländischen Militair ausbrechen, und zwar in einer sehr bösartigen Form, indessen kommen unter zusammengedrängt lagernden Truppen derartige Epidemien auch in europäischen Ländern vor, wenn auch in dem betreffenden Fall der Character der Seuche durch die climatischen Verhältnisse bestimmt worden sein mag. Für gewöhnlich ist die Dysenterie am Cap und in der Colonie nicht so häufig, wenn man nicht etwa die obenerwähnte Proctitis, in Folge von übermässigem Genuss von Aprikosen als D. catarrhalis hierher stellen will. Je weiter man aber in das Land hineinkommt, um so häufiger wird die wahre Dysenterie oder „Bloedpassies“, wie der Boer sie wegen der blutigen Stühle nennt. Im Innern ist die Krankheit öfters der schlimmste Feind der vordringenden Soldaten gewesen, auch wenn sie nur kleine Abtheilungen bildeten, doch erscheint es nicht schwer zu erklären, warum solche Leute grade dafür praedisponirt erscheinen.

Der Grund liegt in der Gewöhnung an Spirituosen, welche der englischen Sitte gemäss, meist mit Wasser vermischt, getrunken werden, so dass die Soldaten in der Garnison reines Wasser wenig oder gar nicht zu sich nehmen. Rücken sie nun aber ins Feld, wo die gewohnten Rationen an Spirituosen wegfallen, und sie genöthigt sind, aus beliebigen Pfützen zu trinken, so üben die schädlichen Beimengungen auf den gar nicht dagegen abgehärteten Darmkanal sofort ihre verderbliche

Wirkung aus, und diese zeigt sich besonders gern in der Form der Dysenterie.

Dass das Wasser ein wesentliches Moment sei für die Entwickelung der Krankheit, ist keinem zweifelhaft, der viel in Süd-Afrika damit zu thun gehabt hat; es giebt aber auch andere Schädlichkeiten, die denselben Effect haben, oder wenigstens das Uebel befördern.

Darunter sind zuerst zu erwähnen locale Erkältungen, die unter den eigenthümlichen Verhältnissen des Landes sehr häufig sind. Das Lagern oder selbst Schlafen auf dem kalten, öfters nassen Boden ist ganz üblich, und es kommt dabei vor, dass der Schlafende sich am Morgen in einer Lache von Regenwasser befindet, welches sich während der Nacht unbemerkt gesammelt hat. In Folge davon stellt sich dann im Verlaufe der nächsten 8 Tage häufig die Dysenterie ein.

In der trockenen Jahreszeit wiederum wird dem Körper durch die Perspiration sehr viel Wasser entzogen, die Abgabe durch die See- und Excertionen wird auf ein Minimum beschränkt, und die Faecalmassen gehen in einen sehr festen, trockenen Zustand über. Die gewöhnliche Nahrung beim Reisen, bestehend aus getrocknetem Fleisch und einer Art Brodkucken aus grobem Mehl oder Reis, führen den Darmcontentis viel unverdauliche Theile zu, durch welche die Faecalstoffe zu voluminösen, harten Massen anwachsen, welche reizend auf das Rectum einwirken, zumal wenn dic Person längere Zeit zu Pferde sitzt.

Endlich wird die Anwesenheit von putriden, in Zersetzung begriffenen Stoffen in der Umgebung und dumpfige, schlechte Luft in den Wohnplätzen zur Entstehung des Uebels beitragen können; auf eins dieser Momente oder mehrere zugleich wird man aber in den meisten Fällen die Krankheit zurückführen können, so dass man keinen Grund hat, eine specifische Schädlichkeit als Ursache der Dysenterie in Süd-Afrika anzunehmen.

Es finden sich alle Formen der Dysenterie untereinander von der einfachen catarrhalischen bis zu den schwersten diphtheritischen, die letzteren aber seltener, ausser wo die Kranken sich anhäufen. Da nimmt daun das Leiden allerdings öfters

einen sehr rapiden Verlauf und die Betroffenen erliegen in wenig Tagen unter völliger Ulceration des Rectum. In den einzelnen unter der Bevölkerung vorkommenden Fällen übersteht die Mehrzahl der Patienten das inflammatorische Stadium, welches in derselben Weise verläuft wie iu Europa, und die Krankheit geht dann allmälig in das atonische über, indem sich immer noch Blut den Entleerungen beimischt, als ein Zeichen, dass die ulcerativen Processe stellenweise fortbestehen, oder nur leicht vernarbte Ulcera wieder aufbrechen. In diesem Stadium zieht sich die Krankheit oft für eine ganze Reihe von Monaten mit grosser Hartnäckigkeit hin, und ein Theil von Patienten erliegt noch in demselben an der Entkräftung durch den excessiven Verlust an Säften; in schweren Fällen tritt dann durch die zurückbleibende Erschlaffung Prolapsus ani ein, und der prolabirte Theil geht zuweilen wegen der schlechten Pflege durch die äusseren Schädlichkeiten in brandige Zerstörung über.

Bei den erwähnten endemischen Formen der Dysenterie ist keine Veranlassung, an eine essentielle Betheiligung der Leber zu denken, da weder die Symptome noch der Verlauf darauf hinweisen. In den schweren Epidemien mit vorwiegend acutem Verlauf will ich gern an eine gleichzeitige Affection der Leber glauben, besonders da auch von anderen Ländern, wie Indien, Central-Afrika u. s. w. dieselbe Behauptung aufgestellt wird; ob dies aber eine im Wesen der Krankheit begründete primäre Affection ist, oder ob nicht vielmehr die Leber wegen der deletären durch die Pfortader ihr vom Darmkanal her zugeführten Stoffe secundär in Entzündung übergeht, lasse ich dahingestellt. Die Fälle, wo eine deutlich ausgesprochene Leberentzündung hinzutritt, dürften stets die allerschwersten sein und wenig oder gar keine Hoffnung auf Genesung geben.

Mit Rücksicht auf die oben besprochene Aetiologie der Krankheit wird gerade hier eine verständige Prophylaxe ganz besonders zu empfehlen sein. Man vermeide Erkältungen wie die erwähnten, man trinke, zumal wenn man noch neu ist im Lande, kein gewöhnliches Wasser, sondern setze demselben etwas Cognac oder ähnliche Substanzen zu; sind solche nicht

vorhanden, so geniesse man es nur in der Form von Thee, Kaffee oder dergleichen; endlich muss der Stuhlgang sorgfältig geregelt werden, wofür sich mit Rücksicht auf die Krankheit, der man vorbeugen will, Ricinusöl am meisten empfiehlt.

Dies Mittel wird von Aerzten, die viel mit Dysenterie zu thun gehabt haben, ganz besonders gelobt, so z. B. auch von denen, welche die japanesische Expedition mitgemacht haben, wo die Kur in allen Fällen damit begonnen und während der ersten Tage fortgesetzt wurde unter offenbar günstigem Einfluss auf den Verlauf der Krankheit.

Die örtliche Behandlung mit Injectionen von Arg. nitric. oder Tannin ist leider in halbcivilisirten oder ganz wilden Ländern sehr schwer durchzuführen. Die Patienten sind so wenig damit bekannt und so ungeschickt, dass nur der Arzt selbst solche Behandlung auszuführen im Stande ist, was begreiflicher Weise nur in beschränktem Maasse möglich ist. Ein innerliches Adstringens, auf welches die Leute in Afrika sehr viel Vertrauen setzen, ist die Cort. Simarubae im Dec., von dem Volke gewöhnlich „Passibast" genannt.

Was nun die Krankheiten der wilden Bewohner des Inneren anlangt, so liegen die Gründe derselben grossentheils in der Lebensweise.

Das Hanptnahrungsmittel der Betschuanen, saure Milch oder vielmehr Quark nach unseren Begriffen, tagtäglich mit steifem Mais- oder Kafferkornbrei genossen, kann einen alterschwachen Magen wohl belästigen, zumal wenn zu dem Gemisch eine gute Portion des sauren, gährenden Kafferbiers gefügt wird.[1])

An einen Wechsel der Diät ist gar nicht zu denken, da Fleisch nur von den Häuptlingen regelmässig gegessen wird, der gemeine Mann ist nicht reich genug an Vieh um öfters schlachten zu können; als Folge der fort und fort genossenen,

---

1) Dieses Getränk wird bereitet aus gestossenem Kafferkorn, das in grossen irdenen Gefässen mit Wasser angesetzt und in Gährung gebracht wird; es ist von trüber, grau-bräunlicher Farbe, mit den Fragmenten der Samen untermischt, und von säuerlichem, dem Berliner Weissbier etwas ähnlichem Geschmack.

schwer verdaulichen Substanzen treten zumal bei Personen im vorgerückten Alter Magenkatarrhe ein. Sodbrennen, Verdauungsstörnngen, Magenschmerzen, Meteorismus u. s. w. sind daher häufige Klagen, die man zu hören bekommt; diese zu beseitigen beim Fehlen aller diätetischen Mittel ist keine leichte Aufgabe, und wenn man den Kranken durch die geeigneten Medicinen auch zeitweise Erleichterung verschafft, so ist man fast sicher, dass das Uebel sich binnen Kurzem wieder herstellen wird.

Ferner sind auch unter den Eingeborenen Erkältungskrankheiten häufig, worunter die Lungenentzündung obenan steht, die besonders bei Kindern vorkommt, sodann die Pleuritis, welche sich mit der vorigen gern verbindet, zur Pleuro-Pneumonie.

Die Lungenentzündung scheint in Süd-Afrika leichter zu tuberculiciren als bei uns, was wohl auf die mangelhafte Pflege zurückzuführen ist; man sieht solche Fälle unter den Farbigen sehr häufig, und die Laien pflegen sie wegen der äusseren Aehnlichkeit des Bildes ohne Weiteres als Schwindsucht zu bezeichnen, weshalb man ihren Angaben über das Vorkommen der Lungentuberculose nicht trauen kann.

Fragt man einen schwarzen Patienten, was ihm fehlt, erhält man nicht selten zur Antwort, dass er Schmerzen in der Lendengegend hätte, indem er beide Hände vom Rücken her über die Hüften nach vorn führt, zum Zeichen, dass jene Gegend der Sitz des Leidens sei. Diese Geberde war mitunter das Einzige, was man aus dem Patienten herausbringen konnte, auch wenn es augenscheinlich war, dass eine Erkrankung innerer Organe vorlag.

Lumbago und Ischias mögen oft genug nebenher gehen und die Häufigkeit derartiger Affectionen erscheint durchaus nicht wunderbar, wenn man daran denkt, dass es eine Lieblingsbeschäftigung der Leute ist, auf dem Erdboden zusammengekauert um das Feuer zu hocken, vorn durch die Gluth versengt und hinten durch die feuchte Nachtluft erkältet.

Derartige üble Gewohnheiten, die allerdings grossentheils durch die Eigenthümlichkeiten des Landes geboten sind, machen

es begreiflich, dass die Eingeborenen selbst ein bedeutendes Contingent zu einer bereits besprochenen Krankheit, der Dysenterie stellen.

Sie behandeln dieselbe von vorn herein mit starken, innerlich gegebenen Adstringentien, gewöhnlich dem Aufguss einer holzigen, etwa fingerdicken Wurzel, die mir auch bei Gelegenheit gezeigt wurde, doch liess sich darauf keine Vermuthung gründen, welcher Pflanze dieselbe etwa angehörte.

Im Anfangsstadium dürfte dieselbe wohl zu stark reizen dagegen ist mir ein Fall bekannt, dass ein Europäer durch dieselbe von den chronischen nach der Dysenterie zurückgebliebenen Diarrhöen geheilt wurde, nachdem er die üblichen Mittel unserer Materia medica lange Zeit vergeblich dagegen angewandt hatte.

Ueberraschend ist die Häufigkeit der Leiden in der Genitalsphäre unter dem männlichen Theile der Bevölkerung. Es scheint, dass der frühzeitige und übertriebene Geschlechtsgenuss Schwächezustände herbeiführt, die sich unter Umständen bis zur völligen Impotenz steigern. Wie leicht begreiflich kommt nur ein verhältnissmässig geringer Theil der Fälle zur Kenntniss, aber man kann aus mannigfachen Umständen auf die Verbreitung schliessen. Hierher gehört die verstohlene Forderung von „Dupa“ [1], wie sie häufig an die Händler und auch an mich selbst gestellt worden ist, sobald die Eingeborenen einiges Vertrauen zu dem Fremden hatten. Dieses Dupa ist ein Opiumpräparat, untermischt mit einem Harz (Benzoe?) und vielleicht noch anderen Stoffen; es wird von den Malayen bereitet zur Anwendung bei religiösen Festen und ist durch diese unter die Betschuanenstämme gekommen, welche es für ein ausgezeichnetes Aphrodisiacum halten.

Ferner sind Gonorrhöen sehr verbreitet unter der Bevölkerung, und da dieselben häufig vernachlässigt werden, hört man auch viel über Stricturen und die damit zusammenhangenden Leiden, Blasenaffectionen u. s. w. klagen.

Die eingeborenen Aerzte gebrauchen die adstringirende Rinde einer Mimose, innerlich in Pulverform genommen, gegen diese Krankheit und erzielen dadurch zuweilen gute Erfolge.

1) Dupa: nicht zu verwechseln mit „Dacha“, Herb. Cannab. ind

Syphilis ist selten und tritt im Betschuanenlande nur in sehr vereinzelten Fällen auf, die meist von der Colonie her eingeschleppt werden; doch ist das Material hinlänglich, um Livingstone's Behauptung, dass dieselbe am reinen äthiopischen Blute nicht hafte, thatkräftig zu widerlegen. Vielleicht lässt sich die verhältnissmässige Seltenheit syphilitischer Affectionen erklären durch Berücksichtigung der festen, starken Hautbedeckung der betreffenden Theile, wodurch die Ansteckung jedenfalls erschwert wird. In Folge der bei diesen Stämmen gebräuchlichen Circumcisio und dem späteren Blosstragen der Genitalien oder Bedeckung mit einem festen Lederstreifen nach Art eines Suspensoriums, überziehen sich dieselben mit einer Epidermis, welche an Stärke der an den übrigen Körpertheilen Nichts nachgiebt.

In den Fällen, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, lag constitutionelle Syphilis vor, und es kann daher die von Amerika aus aufgestellte Behauptung, dass die schwarzen Racen wohl weiche Chanker bekämen, aber nicht indurirte, für Süd-Afrika nicht in Anwendung gebracht werden.

An Augenkrankheiten fehlt es begreiflicher Weise nicht in einem Lande, wo Hitze, blendendes Licht und scharfer, reizender Staub in so hohem Grade auftreten. Diese Einflüsse zeigen sich indessen nur auffallend stark in Zeiten, wo eine allgemeine, unbestimmte Schädlichkeit in der Luft vorhanden ist, welche praedisponirend auf die Entwickelung der Conjunctivitis einwirkt.

Die Krankheit tritt dann epidemisch auf unter einer Form, bei der die ganze Schleimhaut, besonders aber die Conjunctiva bulbi stark injicirt und geschwollen erscheint; die Schmerzen sind dabei sehr heftig, das Sekret ist mässig copiös, dünn und ätzend. In stärkeren Graden geht das Leiden einher mit Ceratitis, welche Trübung und oberflächliche Ulceration der Cornea im Gefolge hat und häufig zu Störungen des Sehvermögens führt.

Gewöhnlich bildet sich die Conjunctivitis, nachdem sie mehrere Tage in voller Heftigkeit bestanden hat, wieder zurück und lässt eine pigmentirte, rauhe Conjunctiva nach, welche

gern bei nächster Gelegenheit wieder in Entzündung übergeht; zuweilen wird die Krankheit chronisch und besteht für beliebige Zeit. In einzelnen, seltenen Fällen setzt sie sich auf die inneren Theile fort und führt zum Verlust des Auges, sie steht also der ägyptischen Conjunctivitis an Bösartigkeit bedeutend nach.

Einfache Blennorrhagien sind bei Kindern in den ersten Jahren sehr häufig, doch entstehen dieselben wohl nur aus Unreinlichkeit; denn sie pflegen sich zu verlieren, wenn das Kind heranwächst und mehr auf sich achten lernt. Dann erscheinen die Augen klar und die Sclerotica weiss, bei allen Personen in vorgerückterem Alter ist dies wegen der heftigen äusseren Reize nicht mehr der Fall, sondern die Färbung wird alsdann schmutzigbraun mit unregelmässigen Flecken, während die Iris heller wird und die Cornea später fast regelmässig einen starken Arcus senilis zeigt. Die Zeichnung des Auges erscheint dadurch verwischt und das Ansehen als ein übles, krankhaftes, auch wenn das Sehvermögen noch ausgezeichnet ist.

Hautaffectionen sind selten, was auffallend erscheint bei Berücksichtigung der grossen Unreinlichkeit, welcher sich die Eingeborenen schuldig machen.

Zuweilen sieht man die unteren Gliedmassen bedeckt von seichten, oberflächlichen Geschwüren, welche sich aus den zahllosen Rissen und unreinen Wunden bilden, die beim Wandern durch dorniges Gestrüpp unvermeidlich in der Haut entstehen. Der beständig erneuerte Reiz verhindert die Heilung und macht, dass die kleinen Geschwüre zusammenfliessen zu unregelmässigen Flecken, welche endlich durch Vernachlässigung habituell werden.

Der Einfluss des Klima's auf die Heilung von Wunden ist ein sehr ungünstiger. Jede kleine Verletzung, die in einem anderen Lande keiner Behandlung bedürfte, muss besonders gepflegt werden, wenn man nicht sehen will, dass sie sich täglich vergrössert anstatt zu heilen.

Die ausserordentliche Trockenheit der Luft verwandelt die Wundsekrete so schnell und energisch in harte Krusten, dass die sich bildenden Granulationen darunter necrotisiren, und der

Reiz der necrotischen Schichten bewirkt die Ausscheidung eines scharfen, serösen Eiters von etwas graulicher Farbe, welcher sich unter der Kruste ansammelt und die ganze Umgebung der kleinen Wunde aufhebt, sie dadurch binnen 24 Stunden vielleicht zur dreifachen Grösse ausdehnend. Entfernt man die Krusten, so erscheint der Grund vertieft, unrein, von schmutzig gelblicher Farbe, ohne Granulationen, die Ränder unterminirt.

Lässt man das Geschwür sich fortbilden, wie ich es öfters an Eingeborenen gesehen habe, so wird es stets grösser und tiefer, die Ränder unregelmässig zackig, sie infiltriren sich und die lymphatische Schwellung breitet sich zuweilen in der ganzen Umgebung aus, dem Geschwür einen leprösen Charakter verleihend.

Die Eingeborenen wissen sehr gut, dass die Wunden starke Reizmittel erfordern, und eine Kur, welche sich in neuerer Zeit viel Anklang unter ihnen erworben hat, ist Terpentin in die Wunden zu giessen. Ich meines Theils habe bei Behandlung der frischen Verletzung sowohl, als wie der daraus hervorgehenden Geschwüre Nichts so wirksam gefunden als die wiederholte Anwendung des Höllensteinstiftes und darauf je nach den Umständen warme Bähungen und milden Salbenverband oder im Felde Einträufelung von Balsam peruvian., wodurch das störende Vertrocknen der Wunde verhindert wird, und die Granulationen sich fester und solider formen.

Die Resultate dieser einfachen Behandlungen waren zuweilen überraschend günstig, und ich glaube es sollte Niemand ohne diese Mittel im Innern reisen, da die aus den unbedeutendsten Verletzungen entstehenden Geschwüre ebenso lästig, als bei Vernachlässigung hartnäckig sind.

Unter den dyscrasischen Hautkrankheiten ist keine so gefürchtet als die Variolae, welche zuweilen in äusserst verderblichen Epidemien aufgetreten sind, indem sie die weisse Bevölkerung ebensowohl als die farbige dahinrafften. Eine solche Epidemie erwähnt Lichtenstein[1]) aus dem Jahre 1753,

1) Lichtenst. Reis. B. II. pag. 373.

wo in der Capstadt über $^{2}/_{3}$ der Einwohner daran gestorben sein sollen; diese Zahl dürfte indessen wohl etwas zu hoch gegriffen sein, aber im Innern haben unter den Eingeborenen Epidemien grassirt, bei denen der Procentsatz ein noch höherer war. Ob der Farbige besonders praedisponirt ist für diese Krankheit, oder ob das enge Zusammenwohnen, der Schmutz und die mangelnde Pflege die Erklärung abgeben für die grosse Heftigkeit der Pocken unter den Eingeborenen, ist nicht festzustellen.

Es sind Fälle vorgekommen, dass Dörfer gänzlich von der Seuche verödet worden sind, und die grosse Zahl von Pockennarbigen, welche man unter den Stämmen zu bemerken Gelegenheit hat, sprechen ebenfalls für die grosse Verbreitung der Krankheit.

Mir persönlich fehlen Beobachtungen darüber, da während meines Aufenthaltes in Süd-Afrika keine solche Epidemien vorkamen, und ich bin also nicht im Stande Näheres darüber anzugeben.

Schliesslich will ich hier einige Bemerkungen anfügen über die Geburtsverhältnisse, wie sie bei den Stämmen des Innern obwalten und auch in ähnlicher Weise unter den eigentlichen Kaffern und Sulus vorkommen.

Es ist Sitte bei den Betschuanen, dass kein Mann eine Wöchnerin anfassen darf; die Frauen gelten in dieser Zeit für unrein, müssen sich abgesondert halten und alle Kleidung, Geräthe etc., was sie benutzen, werden später bei Seite geschafft. Sie haben nur weibliche Pflege, und selbst die eingeborenen Doctoren werden nicht zugelassen, sondern müssen etwa verordnete Medicinen durch die dritte Hand verabreichen lassen.

Gewöhnlich ist es aber unnöthig, die Natur in irgend einer Weise zu unterstützen, weil die Frauen leicht gebären und selten Störungen des Geburtsaktes stattfinden. Es kommt vor, dass die Personen noch bis zum letzten Augenblick im Felde arbeiten, von der Geburt überrascht ohne alle Hülfe das Kind zur Welt bringen und mit demselben nach dem Dorfe zurückkehren. Auch halten sie kein eigentliches Wochenbett ab, sondern laufen in der Regel am zweiten Tage nach der Geburt

umher und gehen vielleicht schon wieder daran, schwere Arbeiten zu verrichten. Unter diesen Umständen erscheint den Betschuanen eine Dystokie als etwas ganz Ungeheuerliches und bringt sie alsbald an den Rand ihres Witzes.

So kam es, dass während meiner Anwesenheit bei den Bakuéna's die Leute in grosser Aufregung waren wegen einer Frau, die schon längere Zeit kreiste und durchaus nicht gebären konnte. Als bereits etwa 2×24 Stnuden verflossen waren, ohne dass die Sache zur Entscheidung kam, veranlasste mich der Häuptling hinzugehen und zu sehen, ob nicht Hülfe geschafft werden könnte.

Es stellte sich heraus, dass eine Zwillingsgeburt vorlag, und offenbar war eine Verwachsung vorhanden. Beide Köpfe hatten sich, die Gesichter einander zugekehrt, gleichzeitig zur Geburt gestellt, und der Uterus überwand dies ausserordentliche Geburtshinderniss; als ich die Wöchnerin sah, stand der vordere Kopf, hinter dem noch eine Hand vorgefallen war, bereits im Durchschneiden im geraden Durchmesser, der hintere etwas zurück im Einschneiden im ersten schrägen Durchmesser, die Wehenthätigkeit hatte aber vollständig aufgehört. Es gelang bald durch Reibung des Muttergrundes die Köpfe völlig zum Durchschneiden zu bringen, und nach Lösung der Arme ging die Extraction ohne Schwierigkeiten von statten, so dass die ganze Sache zum grössten Erstaunen der Eingeborenen in weniger als drei Minuten abgemacht war.

Es zeigte sich nun, dass die Zwillinge die Placenta, Nabelschnur und Nabel gemeinsam hatten, wodurch sie fest mit einander zusammenhingen. Beide waren weiblichen Geschlechtes, völlig ausgetragen aber von mässiger Grösse; ob sie schon im Uterus oder erst unter der Geburt abgestorben waren, liess sich nicht feststellen; als ich sie sah, waren sie bereits einige Zeit todt, und die Verwesung hatte bereits begonnen. Die Körper waren dadurch allerdings schmiegsamer geworden, aber auch so würde eine europäische Frau wohl nicht ohne die schwersten Verletzungen eine derartige Geburt bestehen; im vorliegenden Fall traten keine üblen Folgen irgend welcher Art ein, und die Wöchnerin befand sich nach zwei Tagen wieder ganz wohl.

Bemerkenswerth war noch die helle Hautfarbe der Foetus, welche allerdings auf Vermischung zurückgeführt werden kann, es scheint aber überhaupt, dass die Kinder der Farbigen verhältnissmässig hell sind bei der Geburt und die kräftige Entwickelung des Pigmentes erst nachher unter dem Einfluss des Lichtes statt findet.

Missgeburten, oder auch nur übelgestaltete Kinder werden der Sitte gemäss ausgesetzt, und die wenigen, die vorkommen mögen, verschwinden daher alsbald.

Ich habe unter uncivilisirten Stämmen kein lebendes Individuum dieser Kategorie angehörig gesehen ausser vereinzelte Fälle von Personen mit überzähligen Zehen, aber diese schienen sich selbst der Missbildung zu schämen und bedeckten sofort den verunstalteten Fuss, wenn sie sahen, dass die Aufmerksamkeit sich darauf lenkte.

Zu den abnormen Geburten, welche ebenfalls dem Tode verfallen sind, gehören die Albinos, weshalb man sich über die Häufigkeit ihres Vorkommens keine bestimmte Vorstellung machen kann. Sicher ist, dass sie Nichts weniger als unerhört sind; lebende Individuen der Art finden sich aber nur auf Stationen des Kafferlandes, wo der Einfluss der Missionäre die Unthat verhindert hat.

Ihre Farbe ist der Beschreibung nach aschgrau, das Haar schmutzig weiss, über das Aussehen der Augen waren aber keine bestimmten Angaben zu erhalten. Ich selbst habe nur eine Frau unter den Bastaards gesehen, bei welcher Albinismus vorlag. Auffallend waren zumeist die weisslichen Haare und die widerwärtige, hell röthliche Farbe der Haut, walche der Race nach kräftig gelbbraun hätte gefärbt sein sollen; die Iris war nicht ganz ohne Pigment aber fahl nnd graulich. Auch vor dieser Person bezeugten die Eingeborenen eine Art abergläubiger Furcht untermischt mit Ekel.

In dem leichten und gefahrlosen Verlauf des Geburtsaktes hat die Natur den wilden Stämmen ein Aequivalent gegeben gegen die mangelnde Pflege, wie sie die Frauen unter civilisirten Verhältnissen sich zu verschaffen im Stande sind. Auch die Kinder scheinen agiler, umsichtiger und weniger hülfsbedürftig zu sein als in Europa; etwas wie die Wickelkinder be-

uns existirt nicht, sondern die neugeborenen Kinder werden in einer Art Sack oder Faltung des Fellmantels (Kaross) eingehüllt getragen, die Mutter reicht ihnen unter dem Arm durch oder über die Schulter hin die Brust, und sehr bald lernt das Kleine sich selbst etwas zu helfen durch Anklammern an die Mutter, was einen sehr affenartigen Eindruck macht.

Während so in Bezug auf die Geburtsthätigkeit die wilden Stämme einen unbestreitbaren Vortheil vor den europäischen geniessen, lässt sich doch in anderen Gebieten nicht leugnen, dass die Ansicht die Krankheiten träten am stärksten im Gefolge der Civilisation auf, streng genommen unrichtig ist. Einmal sind auch bei den Eingeborenen, wie wir gesehen haben, mannigfache Leiden häufig genug, aber auch wenn nicht ausgesprochene Krankheiten da sind, zeigt sich der schädliche Einfluss der wilden Lebensweise doch mannigfach in der ganzen Entwickelung und Beschaffenheit des Körpers. Die Muskeln, wenn auch stark ausgebildet, erreichen nicht die Energie, wie unter civilisirten Verhältnissen, was z. B. dadurch offenbar wird, dass die Eingeborenen im Springen gar Nichts vermögen, ebenso wenig als im schnellen Laufe für kurze Distanzen, während sie allerdings in der Ausdauer Ausserordentliches leisten; ebenso fehlt das Feuer und die Beweglichkeit des Geistes, wie es dem Europäer im Durchschnitt eigen ist.

Auf der anderen Seite ist das körperliche Verkommen und die zahlreichen Krankheiten, wie sie leider bei uns in grossen Kreisen auftreten, nicht eigentlich eine Folge der Civilisation, sondern der Uebervölkerung, der ungesunden Lebensweise sowie vieler Zufälligkeiten, die im civilisirten Zustande vorkommen, aber nicht nothwendig dazu gehören.

Der wohlhabende Bauer, der Bürger, welcher im Stande ist seiner Gesundheit zu leben, der vornehme Mann, welcher sich nicht der aufreibenden Lebensweise seines Standes hingiebt, ist thatsächlich gesünder und bringt seinen Körper zu einer höheren Entwickelung, als der fast im Naturzustande lebende Bewohner der südafrikanischen Steppen, obgleich dies Land im Durchschnitt als ein gesundes bezeichnet werden muss.

Parotis und Sympathicus.

Briefliche Mittheilung an C. B. Reichert

von

F. Bidder.

Dorpat, den 18./30. November 1867.

— — — Eine Untersuchung der Innervationswege der Gl. parotis, mit der ich in Verbindung mit Herrn Dr. L. Schröder in der jüngsten Zeit beschäftigt gewesen bin, und über welche der Letztere in seiner Inauguralschrift demnächst ausführlicher berichten wird, gab uns unter Anderem auch Veranlassung, die Differenz zu berücksichtigen, die über die Beziehungen des Sympathicus zur Parotis zwischen v. Wittich und C. Eckhard ausgebrochen ist (v. Wittich in Virchow's Archiv Bd. 37 u. 39; C. Eckhard in Henle's und Pfeufer's Zeitschr. Bd. 29 und in seinen Beiträgen zur Anatomie und Physiologie Bd. IV. Heft 2, Giessen 1867.). Die beim Schafe sehr auffallende Vermehrung des aus dem Stenon'schen Gange ausfliessenden durchaus wasserhellen und ganz dünnflüssigen Speichels, welche der Application des galvanischen Reizes auf den oberen vom Vagus getrennten Theil des Halssympathicus augenblicklich folgt, wird nämlich von Wittich als Resultat eines gesteigerten Secretionsprocesses, von Eckhard dagegen als Folge des Auspressens eines in den Drüsenkanälen angesammelten Speichelvorrathes angesehen. Ohne auf die von den genannten Verfassern pro et contra vorgebrachten Gründe näher einzugehen, will ich nur bemerken, dass ein Verhältniss, das vorzugsweise geeignet erscheint, eine Erledi-

gung der angedeuteten Streitfrage zu ermöglichen, bisher noch nicht in Betracht gezogen ist. Bekanntlich hat in Bezug auf die Gl. submaxillaris zuerst Bernard darauf aufmerksam gemacht, dass der durch Reizung der Chorda tympani bedingte profuse Ausfluss von Speichel aus dem Wharton'schen Gange von wichtigen Aenderungen der Blutcirculation innerhalb der Drüse begleitet wird: dass die Menge des während der Nervenreizung ausfliessenden Blutes bis auf das Vierfache der sonst aus der Drüsenvene sich ergiessenden Quantität ansteigen kann; dass die Entleerung stossweise erfolgt, indem der Arterienpuls durch die während der Irritation erweiterten Gefässe bis in die Drüsenvenen hinein sich fortsetzt, und dass auch die Farbe des abfliessenden Blutes hellroth (arteriell) erscheint. Ich habe diesen Angaben noch die Erfahrung hinzufügen können (dieses Archiv 1866, S. 339), dass während der Reizung des besagten Nerven, entsprechend der beschleunigten Blutbewegung, auch der manometrisch zu bestimmende Druck in der Drüsenvene erheblich steigt. Wo daher ein Nerv im Sinne Ludwig's als Secretionsnerv soll bezeichnet werden dürfen, da muss er auch die entsprechende Aenderung der Blutbewegung in der bezüglichen Drüse herbeiführen. Es musste also geprüft werden, ob der bei Reizung des Halssympathicus sich einstellende vermehrte Ausfluss von Parotidenspeichel von gleichzeitigen Aenderungen der Circulationsverhältnisse in dieser Drüse begleitet sei. Diese Prüfung ist bei der Ohrspeicheldrüse deshalb schwieriger als bei der Gl. submaxillaris, weil das von jener zurückkehrende Blut nicht in einen besonderen Stamm gesammelt wird, sondern mittelst zahlreicher kleiner Venen in die die Drüse durchsetzende Vena temporalis superficialis sich ergiesst. Diese an dem unteren Rande der Drüse heraustretende Vene enthält also neben dem von der Drüse selbst herkommenden Blute auch Blut von anderen Theilen, namentlich von der die Schläfengegend und deren Nachbarschaft deckenden Haut. In welchem Verhältnisse diese verschiedenen Quellen die genannte Vene speisen, dürfte mit Genauigkeit kaum zu bestimmen sein; wenn man indessen den bekannten Blutreichthum der Drüsen und den erwähnten ziemlich ausgebreiteten Hautbezirk, sowie

die Stärke der in die Drüse eintretenden Vena temporalis und des aus ihr heraustretenden Venenstammes gegen einander abmisst, so dürfte man sich von der Wahrheit nicht allzuweit entfernen, wenn etwa die Hälfte des aus der Vena temporalis superficialis in die Vena jugularis externa sich ergiessenden Blutes der Drüse selbst zugeschrieben wird. Wir haben nun das Blut dieser Vena temporalis mittelst einer in dieselbe eingebundenen Canüle vor und während der Tetanisirung des Sympathicus aufgefangen, und ganz beständig die während der Reizung ausfliessende Blutmenge grösser gefunden. In zwei der gelungensten an zwei jungen Thieren angestellten Versuche wurden vor der Reizung in 45 Secunden 45 und 49 Ccm. Blut aufgefangen, wovon dem Obigen gemäss höchstens die Hälfte, also etwa 22 und 24 Ccm. als Drüsenblut in Rechnung zu bringen wären; während der Reizung des Sympathicus ergossen sich dagegen in der gleichen Zeit 66 und 74 Ccm. Wird nun von diesen Quantitäten der muthmaasslich nicht der Drüse angehörende Antheil mit 23 und 45 Ccm. in Abzug gebracht, so bleiben immer noch 43 und 49 Ccm. Blut als Drüsenantheil übrig, und es ist demnach die die Drüse durchziehende Blutmenge durch die Tetanisirung des Halssympathicus mindestens verdoppelt worden. Eine Aenderung in der Farbe des aus der Vene rückkehrenden Blutes haben wir während der Reizung nicht beobachten können; wahrscheinlich wurde dieselbe verdeckt durch Vermischung mit demjenigen Blute, das aus Stromquellen der Vena temporalis herkam, die von der Irritation des Nerven nicht betroffen wurden. — Diese Vermehrung der die Drüse durchziehenden Blutmenge musste nun auch von einer Steigerung des Seitendrucks in der Drüsenvene begleitet sein. Um letzteren messen zu können, waren mancherlei Hindernisse zu beseitigen. Die Vena temporalis selbst, vom unteren Rande der Drüse bis zur Einsenkung in die Vena jugularis externa, bietet eine zu kurze Strecke dar, als dass die zwei einander gegenüberliegenden Schenkel einer Tförmigen Canüle in sie eingebunden werden könnten. Es musste daher einer dieser Schenkel in die Vena temporalis selbst, der andere in die V. jugularis externa eingeführt und befestigt werden. Um aber

nicht durch die Regurgitation des, aus einer Vena submaxillaris und mehreren starken Nackenvenen, gewöhnlich schon hoch oben in die V. jugularis sich ergiessenden Blutes gestört zu werden, mussten jene Venen unterbunden werden. Dadurch entsteht aber eine so vollständige Entleerung der unter solchen Umständen aller Zuflüsse beraubten Jugularvene, dass sie dem aus der Canüle in sie eintretenden Blute gar keinen Widerstand entgegenstellt, und letzteres daher eher in dieses „Vacuum" fällt, als dass es durch den dritten Schenkel der Canüle und das Zuleitungsrohr auf die Hgsäule des Kymographions einzuwirken genöthigt wird. Günstiger für den beabsichtigten Versuch gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Nackenvenen erst tiefer unten in die Jugularis münden, wenn sie deshalb bei Einführung der Canüle nicht unterbunden zu werden brauchen, und der Jugularvene durch das von ihnen gelieferte Blut eine gewisse Spannung ertheilen. Wird unter solchen Umständen, nachdem Alles gehörig vorbereitet, und namentlich auch das gleiche Niveau zwischen dem Hg des Hämodynamometers und der Einflussöffnung des Blutes in das kleinere Zuleitungsrohr hergestellt ist, — der Hahn des letzteren geöffnet, so haben wir den Schreibstift etwa 6 Mm. über die Abscissenlinie sich erheben sehen. Wurde nun aber der vom Vagus getrennte, durchschnittene, und mittelst eines Ligaturfadens in die Höhe gehobene, also ringsum durch Luft isolirte Sympathicus tetanisirt, so stieg die Curve bis 12 Mm., und zwar in ganz unverkennbaren Wellen, wie sie — nur stärker und höher — das in eine beliebige Arterie eingefügte Instrument zu verzeichnen pflegt. Wenn also die galvanische Reizung des Halssympathicus beim Schaf, neben dem vermehrten Speichelausfluss aus dem Stenon'schen Gange, auch Vermehrung der durch die Drüse hindurchtretenden Blutmenge, Steigerung des Seitendrucks in der Vene, welche das aus der Drüse rückkehrende Blut aufnimmt, und stossweises Hervortreten dieses Blutes zur Folge hat, so wird kaum in Abrede gestellt werden dürfen, dass der Sympathicus der secretorische Nerv der Ohrspeicheldrüse sei. Ich muss daher in Bezug auf die oben angedeutete Controverse unbedenklich auf die Seite v. Wittich's mich

stellen, obgleich ich die bezüglichen Versuche mit entgegengesetzter Erwartung unternahm, und auch meinerseits mich nicht sonderlich befriedigt fühle von der vorläufig wenigstens unabweislichen Folgerung, dass die Stellung der verschiedenen Speicheldrüsen zu den in sie eintretenden Nerven des centralen und sympathischen Systems nicht überall nach denselben Principien zu beurtheilen ist. — — —

Nachtrag zum schlauchförmigen Apparat der Zunge.

Von

Dr. Victor Bochdaleck,
Prosector.

(Hierzu Tafel XIX.B.)

(Siehe das Nähere in der Oesterreichischen Zeitschrift für practische Heilkunde.)

Im verflossenen Jahre machte ich in der eben citirten Zeitschrift (1868, Jahrgang XII. No. 36 und 37) auf die Existenz eines, übrigens schon älteren Anatomen, wie Abraham Vater, Coschwitz, Morgagni, Heister bekannten, seither aber völlig der Vergessenheit anheimgefallenen Kanal aufmerksam, welcher an der Wurzel des lig. glossoepiglotticum medium beginnt, unter dem Rücken der Drüsenregion der Zunge von zahlreichen Schleimdrüschen derselben umlagert, nach vorne verlaüft und am sogenannten foramen coecum ausmündet. In Berücksichtigung dessen, dass in diesen Kanal eine Menge von acinösen Schleimdrüschen mit ihren Ausführungsgängen sich

öffnen, nahm ich keinen Anstand, jenen als einen gemeinschaftlichen grossen Ausführungsgang zahlreicher Drüschen der Drüsenregion der Zunge, somit als ductus excretorius linguae zu bezeichnen. Weiter erwähnte ich besonders der Epithelialauskleidung dieses Ausführungsganges der Zunge, welchen ich zahlreichen Untersuchungen zufolge als sehr ausgezeichnetes cylindrisches Flimmerepithel erkannte. Bei meinen weiter fortgesetzten Untersuchungen, so wie namentlich vom sogenannten foramen coecum linguae aus vorgenommenen Injectionen dieses ductus excretorius linguae beobachtete ich beiläufig vom hintern Drittel desselben einen oder auch zwei fünf bis sechs Linien lange schief nach abwärts zugleich nach vorne und aussen verlaufende Nebengänge sich abzweigen, welche mitten zwischen die Fasern der mm. genioglossi hindurchtraten. An den Enden dieser Nebengänge entdeckte ich ganz eigenthümliche schlauchartige blinddarmähnliche Gebilde, sowie ich dergleichen blinddarmähnliche Anhänge auch von den Wandungen erwähnter Nebengänge abtreten sah. Ich legte schon in meinem vorjährigen Aufsatze grosses Gewicht darauf, dass die Epithelialbekleidnng dieser äusserst zartwandigen Gebilde, sowie der zu ihnen führenden, vom ductus excretorius linguae abtretenden Nebengänge, durchaus in einem höchst ausgezeichneten flimmernden Cylinderepithel bestehe. Da ich in diesen Schläuchen stets einen glashellen oder röthlichen zähen Schleim vorfand, welcher wahrscheinlich von denselben secernirt werden dürfte, wäre ich geneigt diesen Schlauchapparat für eine ganz eigenthümliche Drüsenform zu halten.

Ausführliches über die von mir entdeckten schlauch- und blinddarmchenartigen Gebilde der Zunge habe ich gleichfalls in der „Oesterreichischen Zeitschrift für practische Heilkunde“ (Jahr 1866, Jahrgsng XII, No. 42, 43, 44, 45), berichtet, worauf ich hiermit verweise. Ich war damals zu meinem Bedauern nicht in der Lage, meinem bezüglichen Aufsatze eine genügende und vollkommen zufriedenstellende Abbildung beifügen zu können, da, so viele Injectionen der Zunge auch vom foramen coecum her sowohl von mir als von meinem Vater gemacht wurden, keiner als vollkommen glücklich und makel-

los bezeichnet werden konnte, indem häufig wegen ungemeiner Zartheit der Windungen der in Rede stehenden schlauchartigen Gebilde Extravasate mit unterliefen, wodurch auch sonst ziemlich gelungen injicirte Präparate für eine Abbildung sich nicht ganz tauglich und nicht geeignet erwiesen.

Von Zeit zu Zeit wiederholte ich immer wieder die Injectionen, konnte jedoch, soviel Interesse ich auch diesem Gegenstande abgewann, meine Untersuchungen desselben theils anstrengender dienstlicher Arbeiten in meiner Eigenschaft als Prosector, theils anderer wissenschaftlicher Arbeiten wegen nicht ungehindert fortsetzen. Auch hoffte ich, und wäre dies wohl wünschenswerth, dass andere Anatomen diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit zuwenden und Untersuchungen hierüber anstellen würden. Erst ganz kürzlich versuchte mein Vater neuerdings eine Injection eines solchen in diesem Falle nur 8''' langen ductus excretorius linguae, welche als die bisher gelungenste und tadelloseste, ohne eine Spur irgend eines Extravasates in der beigefügten Tafel abgebildet und das Präparat selbst in Weingeist aufgestellt und aufbewahrt wurde.

Erklärung der Abbildung.

Dieselbe zeigt die Zunge von der untern Fläche her; der *m.* mylohyoideus, sowie die *mm* geniohyoidei sind entfernt; die *mm.* genioglossi sind namentlich in ihrer hintern Partie mittelst Hacken stark jeder nach seiner Seite herübergezogen, sowie deren innere Fasern vollkommen abgetragen, um die in den genannten Muskeln eingebetteten schlauchartigen Gebilde, welche gleichsam aus den ersteren herausgeschält werden mussten, deutlich zu übersehn. Ausser diesen schlauchartigen und blinddarmähnlichen Gebilden sind auch zahlreiche acinöse Drüsenhäufchen, welche den ductus excretorius linguae ringsherum umlagern, injicirt und in der Abbildung dargestellt.

1, 1 Cartilago thyreoidea
2 Corpus ossis hyoidei
3, 3 Cornua majora ossis hyoidei
4 Lig. hyothyreoideum medium
5 Lig. conoideum
6 Trachea
7, 7 *mm.* Cricothyreoidei (antici)
8, 8 *mm.* Thyreohyoidei
9, 9 *mm.* Hyoglossi
10, 10, 10', 10', 10'', 10'' *mm* Genioglossi
11 11 *mm.* Styloglossi
12 12 Septum linguae.
13 13 acinöse Drüsenhäufchen und schlauchartige Anhänge

vom foramen coecum aus mit weisser Masse injicirt; rechterseits sind diese hier sehr zahlreichen schlauchartigen Gebilde dicht gedrängt, und zu ganzen Büscheln aneinander gereiht; linkerseits sind deren weniger, jedoch längere Ausläufer solcher Schläuche vorhanden.

14 14 Nervi hypoglossi

15 15 Nervi linguales

16 16 Glandulae sublinguales

17 starker Ast der Art. thyreoidea superior, welcher in einem starken Bogen über das Lig. conoideum herüberzog und bei der Laryngotomie, gleichviel bei welcher Methode (Längs- oder Querincisur) ein grosses Hinderniss abgegeben hätte, jedoch die Pulsation seiner sehr oberflächlichen Lage und hier ganz normalen Beschaffenheit der Schilddrüse wegen, leicht hätte gefühlt und selbst durch die Haut hätte gesehen werden können.

18 Art. crico-thyreoidea.

Prag, im September 1867.

Berichtigungen zu dem Aufsatz: Anatomie einer zweiköpfigen Doppelmissgeburt und den dazu gehörigen Tafeln von dem Verfasser desselben.

Auf Fig. 4 Taf. VI ist durch den Kupferstecher

1) an dem linken Arcus aortae zwischen carotis com. anterior und subclavia anterior eine Einschnürung gezeichnet, welche an dem Original sich nicht findet und welche der Beschreibung zuwider den Schein einer dort vorhandenen Verengung erweckt.

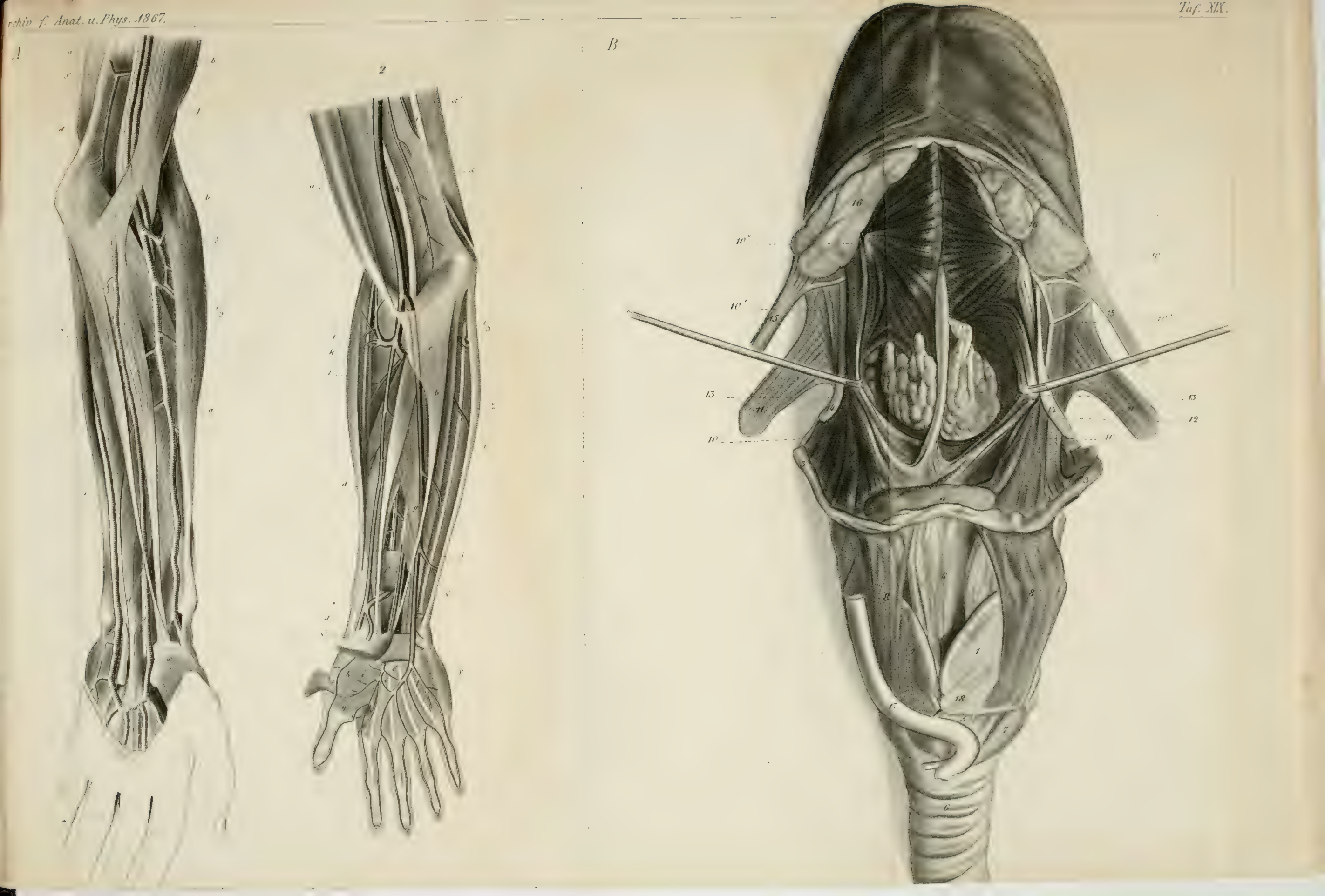
2) die Arteria umbilicalis so gezeichnet als ob sie zwischen Arteria und Vena cruralis hindurchgingen, anstatt dass sie wie sich von selbst versteht hinter Beiden verlaufen sollte.

In dem Text des Aufsatzes fanden sich folgende zum Theil sehr störende Unrichtigkeiten.

Seite		Zeile				
Seite	173	Zeile	9	Anstatt:	Stumpf	soll stehen: Rumpf
-	-	-	13	-	Brustorgane	- Brustwarzen
-	176	-	5	-	beloteral	- bilateral
-	-	-	22	-	drei, Finger	- drei Finger,
-	177	-	12 u. 13	-	normale	- abnorme
-	179	-	7	ist die Ueberschrift:	Obere Extremitäten auszustreichen	
-	180	-	35	ist die Ueberschrift:	Untere Extremitäten auszustreichen	
-	182	-	8	Anstatt:	Denselben	soll stehen: Derselben
-	190	-	29	-	schiebt	- schickt
-	312	-	5	-	entsprachen	- entsprechen
-	-	-	14	-	Stumpf	- Rumpf
-	327	-	25	ist die Ueberschrift:	Fälle von Dicephalus tribrachius auszustreichen	
-	334	-	6	Anstatt:	Jenker	soll stehen: Zenker
-	-	-	9	-	Jenker	- Zenker
-	335	-	22	sind die Worte:	des hinteren Körperabschnittes auszustreichen und	

zwischen Zeile 22 u. 23 ist als Ueberschrift einzufügen: Muskeln des hintern Körperabschnittes.

Berlin, Druck von Gebr. Unger (C. Unger), Königl. Hofbuchdrucker.


A
2
B



